



Evaluation des Konzeptes eines Catering-, Steuerungs- und Controlling- systems am Vergleichsbeispiel des End- montageprozesses der Fertigung von hochisolierenden Lager- und Transport- behältern für das Luftfahrt-Catering

Diplomarbeit an der Universität Ulm

Vorgelegt von:

Markus Stoicsics
markus.stoicsics@uni-ulm.de

Gutachter:

Prof. Dr. Manfred Reichert
Dr. Ralph Bobrik

Betreuer:

Rüdiger Pryss

2011

Fassung 15. November 2011

© 2011 Markus Stoicsics

Sperrvermerk:

B&W Engineering GmbH & Co. KG, 2011. Alle Rechte vorbehalten. Vertrauliches und geschütztes Dokument. Dieses Dokument und alle darin enthaltenen Informationen sind das alleinige Eigentum von B&W Engineering GmbH & Co. KG. Die Zustellung dieses Dokumentes oder die Offenlegung seines Inhalts begründen keine Rechte am geistigen Eigentum. Dieses Dokument darf ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung von B&W Engineering GmbH & Co.KG nicht vervielfältigt oder einem Dritten gegenüber enthüllt werden.

Executive Summary

Das Luftfahrt-Catering ist ein stetig, global wachsender Markt mit vielen Unternehmensübergreifenden Prozessen. Um der Wettbewerbssituation und -dynamik gerecht zu werden, wird vor allem eine gute Logistikstruktur benötigt. Diese Struktur reicht von den Zulieferern über den Caterer bis zur Crew an Bord eines Flugzeuges. Zur Abgrenzung im Wettbewerb, z.B. mit besseren Servicekonzepten an Bord, muss auch die Logistik der Stakeholder optimal aufeinander abgestimmt sein. Um diese übergreifende Prozesskette optimal zu nutzen, bedarf es eines zuverlässigen und effizienten Logistikkonzepts mit möglichst geringem Kostenaufwand und hohem Nutzen.

Der Logistikprozess im Airline Catering ist sehr komplex, weitreichend und technisch überholt. Daher ist es für einen Wettbewerbsvorteil unabdingbar, u.a. einen kostengünstigen und optimierten Arbeitsfluss bereitzustellen, sowie die Qualitätssicherung und die strengen Hygienevorschriften penibel einzuhalten. Es existieren derzeit hierfür keine fertigen Systeme oder standardisierten Lösungsansätze, sondern es existieren dafür lediglich viele Insellösungen, meist zentral arbeitende Systeme, sowie verschiedenste Dienstleistungen. Um die vielfach auftretenden Datenbrüche im Waren- und Informationsfluss einzudämmen, bzw. zu eliminieren, wird der Gesamtablauf bei einem Airline-Caterer näher betrachtet. Die Planung und Steuerung dieser Prozesskette gestaltet sich aufgrund der in der Regel nicht durchgängigen Dokumentationstechniken, den unterschiedlichen Sprachen und Kulturen, den heterogenen Systemen, sowie einer nicht einheitlichen internen und externen Kommunikation als sehr schwierig und störanfällig.

Ziel der Diplomarbeit war die Evaluation der Entwicklung eines dezentrales Logistiksystems für den Produktionsablauf von Isolierbehältern in der Endmontage bei der Firma B&W Engineering GmbH & Co. KG. Die hier stattfindende Endmontage von Isolierbehältern weist Ähnlichkeiten zu den Prozessen bei Airline-Caterern auf (Assemblierung, Kommissionierung, Qualitätskontrolle etc.). Diese Caterer (wie LSG Sky Chefs oder Gategourmet) produzieren 460 Mio. Mahlzeiten jährlich, kommissionieren und liefern diese an viele verschiedene Airlines gleichzeitig aus.

Das übergreifende Ziel ist es, die größtenteils komplexen und variablen Prozesse, welche

grundsätzlich im Bereich der Cateringlogistikketten bezüglich des Material- und Arbeitsflusses großer Passagierflugzeuge auftreten, vollständig in ein dezentrales Logistiksystem zu überführen.

Die meisten heutigen Informationssysteme basieren auf zentralen Architekturen und daher ist die Umsetzung einer dezentralen Systemarchitektur innerhalb des Caterers eine Herausforderung. Dies führt zu grundlegenden Anforderungen für die Konsistenz und Effizienz der Datenhaltung sowie Datenverwaltung und stellt eine Plattform für ein konfigurierbares Servicemodell auf der Basis von mobilen Speichereinheiten dar, die über RFID und spezielle Schnittstellen kommunizieren.

Aufgrund der vielen Ansichten und unterschiedlichen Schritte des gesamten Prozesses und um die Komplexität des Airline-Catering zu erfassen, ist eine Betrachtung der gesamten Prozesse sinnvoll. BPMN (Business Process Model and Notation) erwies sich als ein geeignetes Instrument, um die auftretenden Prozesse zu modellieren und die Zusammenhänge aufzuzeigen.

Der Ursprung des Logistiksystems bei B&W war ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, sowie des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramm des Bundes LuFo IV-2. Hieraus entstand ein Logistiksystem als Machbarkeitsnachweis für ein nachvollziehbares, transparentes und rückverfolgbares System unter realen Bedingungen, auch um die Skalierbarkeit anhand eines anderen Logistikkonzeptes als bei einem Caterer unter denselben Anforderungen zu zeigen. Als Nebeneffekt kann durch dieses System bei B&W die Prozesssicherheit erhöht und der Dokumentationsaufwand zur Qualitätssicherung deutlich verringert werden.

Durch das Pilotprojekt in der Fertigung der hochisolierenden Lager- und Transportbehälter im Haus, wird das Konzept eines Catering-, Steuerungs- und Controllingsystem evaluiert.

Glossar

Assemblierung	Zusammenbauen von Komponenten in der Endmontage: Vorbereitung der Teile. Beim Caterer: Zubereitung der Speisen.. iii
BPMN	Business Process Model and Notation - Modellierungsnotation für Geschäftsprozesse 2.1.. iv
Compartment	Lagerfach für Catering Transportbehälter in der Galley.. 35
Dataset	Datenbankabbild bestehend aus mehreren Tabellen.. 90
ERP	Enterprise Ressource Planning - Komplexes System zur Verwaltung der Ressourcen in einem Unternehmen. Bei uns ist dies Microsoft Dynamics Nav.. 4, 18
Galley	Küche an Board eines Flugzeuges.. 11
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points - Ein Konzept für das Hygienemanagement in der Lebensmittelindustrie zur Sicherung der Verbrauchergesundheit, durch Gefahrenanalyse und weltweite Hygieneregeln.. 39

Glossar

IdStick	RFID-fähiger Datenspeicher, ähnlich eines USB-Sticks, mit dem Anmelde- und Auftragsdaten übertragen werden können.. 41
Kommissionierung	Zusammenstellen von Artikeln aus einem Sortiment anhand eines Auftrages.. iii, 30
MbsStick	RFID-fähiger Datenspeicher, ähnlich eines USB-Sticks, mit dem im Logistiksystem die Montagebegleitdaten übertragen werden können. Beim Caterer dient der MbsStick äquivalent dazu zur Auftragsspeicherung.. 41
RFID	Berührungslose Identifizierung, Lokalisierung und Datenübertragung über spezielle Transponder.. iv
Stakeholder	Ein Teilnehmer an einem Prozess.. 2
Standard Unit	Aluminiumbox zum Transportieren und Lagern von diversen Utensilien, sowie für die Isolierbehälter von B&W.. 11
Supervisor	Beim Caterer: Vorarbeiter. Im Logistiksystem: Chef der Montage. In beiden Fällen: Verantwortlich für den Auftrag.. 33
Template	Ist eine Vorlage. Im Fall der Arbeitsschrittverwaltung heißt dies, es sind schon Arbeitsschritte in Gruppen ausgewählt.. 53
Trolley	Behälter mit Rollen und Einschüben für Waren und Artikel, sowie die Isolierbehälter von B&W.. 11

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	iii
Glossar	v
1 Einleitung	1
1.1 Firmeninformation	1
1.2 Aufgabenstellung	2
1.3 Motivation	3
1.4 Aufbau	4
2 Grundlagen	7
2.1 Business Process Model and Notation	7
2.2 Marktübersicht	8
2.2.1 Einleitung	8
2.2.2 Airline	10
2.2.3 Caterer	13
2.2.3.1 HACCP	14
2.2.4 Grundablauf Airlinecatering	15
2.3 Stand der Technik	18
2.3.1 Enterprise Resource Planning	18
2.3.2 Structured Query Language	18
2.3.3 Webservice	18
2.3.4 Radio Frequency Identification	19
2.4 Logistiksysteme	20
2.4.1 Eigene Konzepte	20
2.4.1.1 Airline	21
2.4.1.2 Caterer	21
2.4.1.3 B&W Endmontage	21

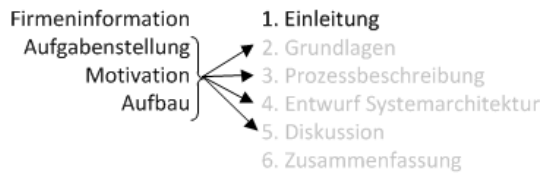
Inhaltsverzeichnis

2.4.2	Andere Konzepte	21
2.4.2.1	eGate Solutions	21
2.4.2.2	In-flight Management	23
2.4.3	Ähnliche Systeme	24
2.4.3.1	Post	24
2.4.3.2	Spedition	25
2.4.3.3	RFID	26
2.4.3.4	Fazit	26
2.5	Handlungsbedarf	27
2.6	Lösung	29
3	Prozessbeschreibung	31
3.1	Prozessvergleich	31
3.1.1	Einführung	31
3.1.2	Logistikprozesse Caterer	32
3.1.2.1	Catererprozess	32
3.1.2.2	Ablauf Airline Catering	34
3.1.2.3	Vergleich Caterer und B&W	35
3.1.2.4	Handlungsbedarf	37
3.1.2.5	Lösung	38
3.1.3	Übersicht B&W Endmontage	39
3.1.3.1	Einleitung	39
3.1.3.2	Gesamtablauf	40
3.1.4	Resümee	43
3.2	Endmontageprozessbeschreibung	44
3.2.1	Einleitung	44
3.2.2	Montage IST	44
3.2.3	Montage SOLL	48
3.2.3.1	Wareneingang	50
3.2.3.2	Supervisorprogramm - Arbeits- und Chargenverwaltung . . .	52
3.2.3.3	Supervisorprogramm - Auftragsverwaltung	54
3.2.3.4	Lager - Arbeitsvorbereitung	57
3.2.3.5	Montage	58
3.2.3.5.1	Montage - Arbeitsschritte	60

3.2.3.5.2	Hochzeit	62
3.2.3.6	Fehlerfall	63
3.2.3.7	Transportauftrag	64
3.2.3.8	Reparaturauftrag	65
3.2.3.9	Qualitätssicherung	66
3.2.3.10	Supervisorprogramm - Rückmeldung	68
3.3	Anforderungen	69
3.3.1	Allgemein	69
3.3.1.1	Top Level Requirements	70
3.3.1.2	Functional and Operational Requirements	73
3.3.1.3	System Requirements	74
3.3.1.4	Technical Requirements	75
3.3.2	Anforderungsbeispiele	75
3.3.2.1	TLR: geringe Ablaufänderung	76
3.3.2.2	FOR: Caterer - Kommissionierauftrag	76
3.4	Fazit	78
4	Entwurf geeigneter Systemarchitektur	81
4.1	Einführung	81
4.2	Arbeitsplätze	82
4.2.1	Allgemein	82
4.2.2	Supervisorprogramm	83
4.2.3	Lager	86
4.2.4	Montage	87
4.2.5	Qualitätsmanagement	88
4.3	Sticks	89
4.3.1	Allgemein	89
4.3.2	IdStick	90
4.3.3	MbsStick	92
4.3.4	TempStick	93
4.4	Weitere Hardware	93
4.4.1	Datenbank	93
4.4.2	Handheld	95
4.4.3	Webserver	97

Inhaltsverzeichnis

4.4.4	RFID	98
4.5	Schnittstellen	100
4.5.1	SS_ERP	100
4.5.2	SS_DB	103
4.5.3	SS_Stick	105
4.6	Fazit	105
5	Diskussion	109
5.1	Einleitung	109
5.2	Anforderungsmapping	111
5.3	Demonstrator	115
5.3.1	ERP	115
5.3.2	Supervisorprogramm	117
5.3.3	Datenfluss	117
5.3.4	Supervisor DB	122
5.3.5	Arbeitsplätze	124
5.3.6	Hardware	125
5.4	Weiterführendes	126
5.4.1	Kosten-Nutzen-Analyse	126
5.4.2	Einführung beim Caterer	131
5.4.3	Prozesssignierung - Elektronische Signatur	132
5.4.4	Nächste Schritte	132
5.4.4.1	Prozesssignierung - Digitale Signatur	132
5.4.4.2	Verschlüsselung	133
5.4.4.3	Datensicherheit	134
6	Zusammenfassung	137
6.1	Kurzzusammenfassung	137
6.2	Fazit	138
6.3	Ausblick	138
A	Anhang	141
	Abbildungsverzeichnis	149
	Literaturverzeichnis	155



1 Einleitung

1.1 Firmeninformation

Die Firma B&W Engineering GmbH & Co. KG in Neu-Ulm (siehe Abb: 1.1), gegründet 1995, entwickelte unter anderem den ersten Induktionsofen für Flugzeuge. Im Jahr 2004 wurde die Tochterfirma MGS (Modular Galley Systems) zur Produktion und zum Vertrieb der Öfen gegründet und mit diesem für die Luftfahrt zertifiziert.



Abbildung 1.1: Das B&W Firmengebäude in Neu-Ulm

Kurze Zeit später, Ende 2006, als die Produktion der Öfen im Vordergrund stand, wurde die Tochterfirma verkauft, um sich neuen Zielen und Ideen in der Forschung und Entwicklung in der Luftfahrt zu widmen. In Rahmen dieser Neustrukturierung von B&W wurde ich als studentischer Administrator im damals sechs Mann "starken" Betrieb eingestellt, in dem ich bis heute als Systemadministrator und Software-Entwickler, u.a. des hier aufgeführten Logistiksystems arbeite. Während meiner Tätigkeit hab ich in einigen zum Teil internationalen Projekten im Bereich der Luftfahrt-Catering-Logistik mitgearbeitet.

Während dieser Projekte entstand bei uns eine weitere innovative Produktidee, die Teil dieser Diplomarbeit sein wird. Dabei handelt es sich um in der Luftfahrt einzigartige Isolierbehälter (siehe Abb: 1.2), die Speisen oder Getränke in jeglicher Form und Art ohne Strom kalt, warm oder gefroren halten können. In den sogenannten Dispensern, dies sind Behälter mit Ausflussmöglichkeit (sogenannte Tap), ist es möglich Wasser, welches mit 95 °C abgefüllt wurde, bis zu 24 Stunden über einer Temperatur von 65 °C halten zu können, um die HACCP Richtlinien zu erfüllen und Krankheitserreger vorzubeugen. So ist es zum Beispiel möglich, heißes Wasser, Kaffee aus Kaffepulver, weitere Heißgetränke wie Tee, heiße Schokolade oder Cup Noodles servieren zu können, ohne diese aufwendig an Bord kochen zu müssen.

1 Einleitung

Die Endmontage und Qualitätssicherung findet bei B&W statt. Die Einzelteile aus denen die Isolierbehälter bestehen, werden von Zulieferern produziert und just-in-time angeliefert.



Abbildung 1.2: Ein großer Dispenser, großer Toploader (von oben zu öffnen), ein großer Frontloader (vorn vorne zu öffnen) und ein kleiner Toploader (von li. nach re.).

1.2 Aufgabenstellung

Das Airline Catering besteht aus einem komplexen System aus Lieferketten und Stakeholdern¹. Diese Strukturen sind seit den siebziger Jahren nahezu unverändert. Im Gegensatz zur Einführung moderner Flugzeuge und den technischen Fortschritten am Flughafen, läuft die Anpassung der Technik in den Airline Cateringprozessen eher träge ab.

Der Grund für diese "Innovationsträgheit" sind u.a. streng einzuhaltende Sicherheitsrichtlinien, die unternehmens- und länderübergreifende Lieferkette und die langsam ablaufende Einführung von neuen Techniken und Standards. Viele Bereiche beim Airline Catering hängen aktuellen Standards weit hinterher. Zwar werden viele Innovationen angestrebt, aber nur wenige werden umgesetzt.

Obwohl einzelne Stakeholder technisch, in Bezug auf die Logistik, teilweise sehr weit fortgeschritten sind, existieren dennoch im kompletten Prozess des Airlinecatering viele Brüche im Informationsfluss.

Bei B&W wurden in den vergangenen Jahren diverse Forschungsprojekte zu diesem und weiterführenden Themen durchgeführt, um den Waren-, Informations- und Datenfluss des Airline Catering zu analysieren, zu digitalisieren und zu optimieren.

Auf der Suche nach einer Möglichkeit einen Teil der bisher entwickelten Konzepte anhand eines Realtests durchzuführen, wurde der Endmontageprozess der Isolierbehälter bei B&W im Haus gewählt und anhand der Erkenntnisse der bisherigen Studien evaluiert. Der Ablauf lässt sich nahezu identisch auf den Kommissionierablauf bei einem Caterer abbilden.

Da der Endmontageprozess papierbasiert anhand bestehender Arbeitspläne durchgeführt

¹Prozessteilnehmer

wurde, ist dieser durch eine geeignete Systemarchitektur, sowie ein ausgeklügeltes Logistiksystem, optimiert worden.

Für das Abbilden der Prozesse wurde u.a. eigene Hardware und Software konzeptioniert und entwickelt. Diese werden durch die Ähnlichkeit der Caterer- und Endmontageprozesse von Realtests im Haus optimiert, auf ihre Machbarkeit hin überprüft und sollen gleichzeitig einen Kundendemonstrator für das entwickelte Catererlogistiksystem darstellen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse und Erfahrungen bei der Entwicklung des Logistikkonzeptes geschildert.

1.3 Motivation

Es gibt unzählige Logistiksysteme, die uns im täglichen Ablauf begegnen. Pro Tag liefert die Deutsche Post ungefähr 66 Millionen Briefe aus [pos11]. Am Flughafen in München starten und landen über 550 Flugzeuge pro Tag [muc11]. Um die Passagiere in den Flugzeugen zu versorgen, existiert ein komplexes Netzwerk aus Stakeholdern zum Transport, Verwaltung und Kommissionierung der Lebensmittel, Gebrauchs- und Verbrauchsgüter. Um diesen Ablauf zu optimieren, müssen viele verschiedene Prozesse betrachtet und analysiert werden. Ein Teil dieser Prozesse, nämlich die Kommissionierung des Caterers, wird hier näher betrachtet, um den entwickelten, durch eine geeignete Systemarchitektur optimierten Cateringablauf auf seine Machbarkeit zu überprüfen. Diese Machbarkeitsstudie soll den Endmontageablauf in Anlehnung an den Kommissionierablauf abbilden und visualisieren.

Um möglichst reale Gegebenheiten, bzw. Bedingungen zu bieten, wurden aus den Erfahrungen bei Caterern die Anforderungen an den Systemablauf gestellt. Die Arbeitsplätze sollen keine Netzwerkanbindung haben, da bei normalen Caterern die Arbeitshallen mehrere Fußballfelder groß sein können und eine Netzwerknachrüstung teuer und aufwendig zu realisieren wäre. Die Abläufe können identisch übertragen werden und es wird versucht, die Gegebenheiten abzubilden, aber die Größe und Infrastruktur der Caterer sind nicht vergleichbar mit der Montage bei B&W. Das System soll modular sein und sich an vorhandenen Prozesse beim Caterer anpassen können, daher ist es auch eine Herausforderung, ein Schnittstellenkonzept zu entwerfen, welches transferierbar auf verschiedene Logistikkonzepte ist und mit wenig Implementierungsaufwand eingebunden werden kann, sowie für Folgestandards ausbaufähig sein soll.

Um diesen aufwendigen Anforderungen gerecht zu werden, müssen die Prozessabläufe

1 Einleitung

und Schnittstellen in der Praxis evaluiert werden. Es soll ein Verständnis der Abläufe und des bisherigen Stands der Technik erworben werden, außerdem müssen bestehende Systeme und Techniken wie ERP², Datenbanken und der Datenfluss explizit betrachtet werden [Pry05].

Durch die eigenen Erfahrungen der bereits durchgeführten Projekte existieren fundierte Kenntnisse über die Abläufe. Einige Schnittstellen sind in ähnlicher Form vorhanden und können in das Logistiksystem übertragen werden. Durch die Erfahrungen in diesem Bereich gab es verschiedene Herangehensweisen an die Planung:

Die Erstellung eines Softwarekonzeptes in diesem Umfang und mit diesen unterschiedlichen Faktoren ist immer eine Herausforderung. Die Konzeption und Planung bis zum Erstdemonstrator und der nachfolgenden Planung dauerten etliche Monate.

Es mussten viele Punkte im Bezug auf den Catererablauf beachtet werden. Wichtigste Grundregel: „Das Logistiksystem muss sich an das ERP beim Caterer anpassen. Nicht das ERP an das Logistiksystem.“ Dies gilt selbstverständlich nicht nur für das ERP, sondern für die ganze Infrastruktur innerhalb des Caterers.

Wir wollen das Rad nicht neu erfinden, sondern wir optimieren nur den Weg, den es fährt, machen die Kosten transparent und helfen beim „Sprintsparen“.

1.4 Aufbau

Aus der Problemstellung des Kommissionierablaufes im Arline Catering und der Abgleich anhand des Endmontageprozesses bei B&W, entstand folgender Aufbau der Arbeit (siehe Abb: 1.3):

In Kapitel 1, *Einleitung*, wurde mit den Firmeninformationen von B&W auch das gefertigte Endprodukt des dargestellten Endmontageprozesses eingeführt. Anhand der Aufgabenstellung wurde ein grober Umriss über das Airline Catering gegeben, um für das Thema zu sensibilisieren, sowie eine kurze Motivation wieso das Projekt und dadurch die Arbeit entstanden ist.

Auf der Suche nach einem Machbarkeitsnachweis für die Umsetzung der Projekte zur Optimierung der Airline Catering Prozesse entstand die Idee, das Grundkonzept anhand des internen Endmontageprozesses zu analysieren.

Aufgrund der Idee, werden in Kapitel 2, *Grundlagen* diese kurz erläutert und anhand einer

²Warenwirtschaftssystem

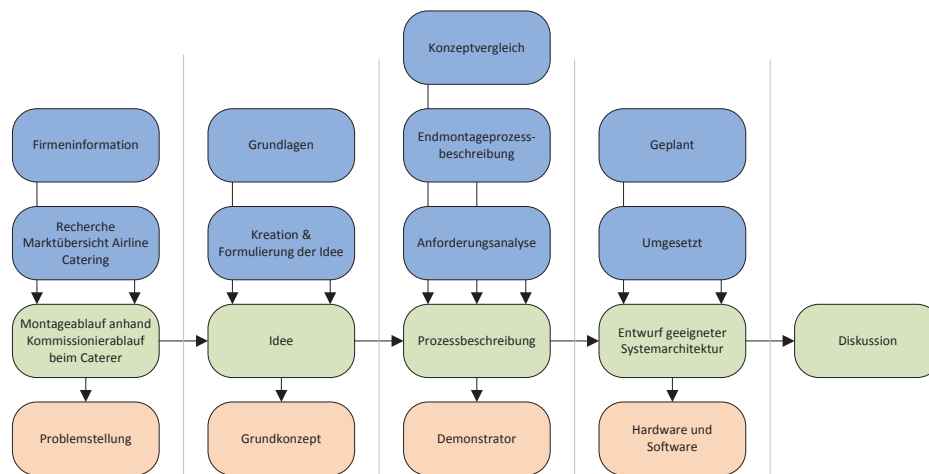


Abbildung 1.3: Aufbau der Arbeit

Marktübersicht wird der Grundablauf des Airline Catering und die Hauptprozessteilnehmer näher betrachtet. Des Weiteren wird hier auf den aktuellen Stand der Technik und ähnliche Systeme, sowie auf den Handlungsbedarf eingegangen. Aus der Idee und dem bestehenden Wissen über die Problematik der bestehenden Prozesse entstand das Logistiksystem. Um einen näheren Einblick in die Gemeinsamkeiten zwischen den Prozessen des Caterings und der Endmontageprozesse zu bekommen, wird in Kapitel 3 die *Prozessbeschreibung* der Parteien erläutert. Nach der Erklärung der Catererprozesse wird, um die Gemeinsamkeiten besser hervorzuheben, ein direkter Vergleich beider Prozesse durchgeführt. Um den Endmontageprozess besser zu verdeutlichen, wird dieser ebenfalls eingeführt und anhand einer Endmontageprozessbeschreibung näher betrachtet. Um die Prozesse besser verstehen zu können, wird ein IST/SOLL Vergleich durchgeführt und einige der Anforderungen des Logistiksystems genauer beleuchtet.

In Kapitel 4 wird der *Entwurf der geeigneten Systemarchitektur* [BBP09] vorgestellt und die benötigte Hard- und Software, sowie die Schnittstellen des entwickelten Systems beschrieben.

Im Kapitel 5 *Diskussion*, werden einzelne Themen der vorherigen Kapitel diskutiert, der Demonstrator gegen die Anforderungen verglichen und die Vorteile des Systems verdeut-

1 Einleitung

licht. Außerdem wird auf Weiterführendes, wie ein Kosten/Nutzen Vergleich in Bezug auf den Markt, eine Einführung bei einem Caterer und die die nächsten Schritte eingegangen, sowie ein Ausblick gegeben.

Eine Übersicht und der Bezug zwischen den einzelnen Kapitel wird bei jedem Hauptkapitel kurz bildlich dargestellt, außerdem ist ein ausführliches Inhaltsverzeichnis als Mindmap (siehe Abb: A.1) dem Appendix zu entnehmen.

Die Abbildungen der Prozessabläufe, sowie viele der Schaubilder wurden in Microsoft Visio modelliert. Die Prozessbeschreibung erfolgt in BPMN Notation (siehe Kap: 2.1).



2 Grundlagen

2.1 Business Process Model and Notation

BPMN, Business Process Model and Notation, ist eine Modellierungsnotation für Geschäftsprozesse. Dieser Standard wurde von der BPMI¹ definiert, um Geschäftsprozesse anhand einer standardisierten Notation besser darstellen zu können.

Die “Business Process Diagramme” bestehen in erster Linie aus einem so genannten *Pool*. Dieser *Pool* stellt den oder die Prozessbeteiligten dar, wobei dieser eine Organisation, eine Rolle oder ein System sein kann.

In Beispiel 2.1 und 2.2 wurde ein einfacher Logistikablauf modelliert: Das Versenden und Verteilen eines Briefes.

Den Beginn des Versand-Prozesses stellt der Versender dar, in dem dieser einen Brief schreibt und in den Briefkasten einwirft. Die Modellierung dieses Ablaufes erfolgt über ein *Startereignis*, welches den Start des Prozesses definiert, das fortgeführt wird von einem Richtungspfeil, welches den *Sequenzfluss* bis zum *Endereignis* vorgibt. *Aufgaben* werden in BPMN als abgerundete Vierecke dargestellt.

In Abbildung 2.2 ist der Verteilungsprozess des Briefes über den Beteiligten “Post” dargestellt. Ein *Pool* kann in weitere Abschnitte unterteilt werden, so genannte *Lanes*, welche die gleichen Eigenschaften besitzen wie ein *Pool*. Durch diese Darstellung werden die Prozesse innerhalb eines *Pools* des jeweilig Beteiligten abgebildet und ist dadurch eine geeignete Form, um viele Stakeholder in einem Prozess zu modellieren.

Der Postbote leert täglich um 17 Uhr den Briefkasten und bringt diese in die Zentrale zum Sortieren. Der *Sequenzfluss* wird durch *Verzweigungen* unterbrochen, welche den Ablauf

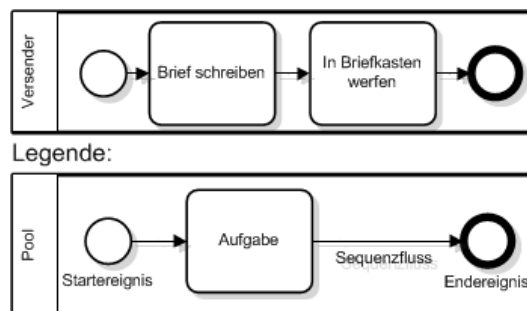


Abbildung 2.1: BPMN Beispiel: Brief schreiben

¹Business Process Management Initiative

2 Grundlagen

des Prozesses trennen (Oder-Verzweigung), oder parallelisieren (Und-Verzweigung). Die Markierung + in der Aufgabe stellt ein *Teilprozess* dar, der wiederum durch ein "Business Process Diagramm" dargestellt werden kann.

Der prozessbeteiligte "Empfänger" ist in diesem Beispiel auch ein geschlossen modellierter *Pool*, da die internen Abläufe hier nicht von Wichtigkeit sind. Die Zustellung des Briefes wird durch ein *Nachrichtenflusspfeil* symbolisiert.

Die hier eingeführten Notationen stellen nur ein Teil der Möglichkeiten von BPMN dar. Es können weitere Aktivitäten mit verschiedenen Markierungen und Aufgaben, sowie weitere Verzweigungen modelliert werden. Des Weiteren können Konversationen, Choreographien, Daten und weitere Ereignisse dargestellt werden.

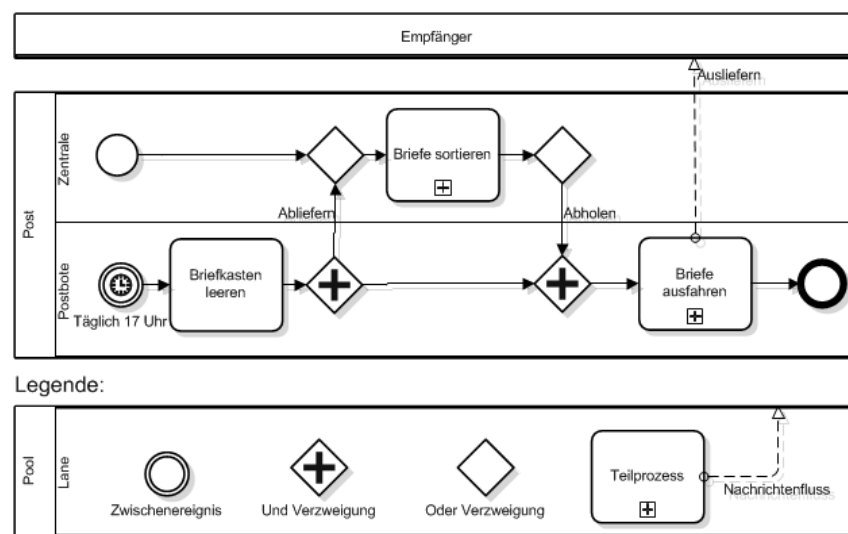


Abbildung 2.2: BPMN Beispiel: Brief ausliefern

2.2 Marktübersicht

2.2.1 Einleitung

Als 1940 das Luftfahrtcatering [Jon04] zu einer Industrie wurde, gab es noch keine weltweiten Liefer- bzw. Warenketten, keine global operierenden Fluggesellschaften - es waren meist regionale Anbieter. Die private Luftfahrt an sich war ein teures Vergnügen, welches sich anfangs nur an ein besser verdienendes Klientel gerichtet hat. Aus diesem Grund

musste das Essen on-Board auch entsprechend hochwertig sein. Auf langen Flügen war es damals unzumutbar, Passagiere in der Luft nicht zu verköstigen. Aber es wurde nicht nur aus Luxus Essen im Flugzeug serviert, sondern dies dient auch dazu um von der Flugangst der Passagiere abzulenken und diese zu beschäftigen. Schon damals wurden keine Kosten und Mühen gescheut, das Fliegen so unterhaltsam, angenehm und luxuriös wie möglich zu machen.

Der Markt um das Airline Catering wuchs, je mehr das Flugzeug im Laufe der Jahre zum Massentransportmittel wurde. Die globalen Warenketten ermöglichten ein Catering überall auf der Welt. Fluggesellschaften wurden immer größer und flogen zu immer mehr Destinationen. Die Verwaltung der Flugpläne, des Caterings, der Passagiere oder der Non-Food Artikel an Bord eines Flugzeuges verlangt ein mächtiges Verwaltungssystem im Hintergrund.

Heutzutage ist das "Klotzen, nicht Kleckern"-Prinzip bei den Fluggesellschaften aus finanziellen Gründen in der Regel nicht mehr möglich. Um bei den aktuellen Preiskämpfen mitzuhalten, müssen die Kosten für das Catering und die Verwaltung auf ein Minimum reduziert werden. Dies kann nur durch komplexe Verwaltungssysteme geschehen. „Luftfahrtcatering ist vermutlich eines der komplexesten operativen Systeme“, so Peter Jones, dessen Werk "Flight Catering" [Jon04] ein Standardwerk in der Luftfahrt ist.

Die Komplexität des Airline Catering kommt zustande durch die vielen verschiedenen Stakeholder, die am Prozess teilnehmen: Die Airline, ein oder mehrere Caterer, mehrere Transporteure und Flughäfen an verschiedensten Zielen auf der Welt. Das Catering verläuft international und länderübergreifend. Es existieren nur wenige regionale Cateringanbieter, Caterer sind meistens global operierende Firmen.

Durch die gegebene Internationalität, sowohl in der Kommunikation zwischen den Stakeholdern, als auch bei den eigenen Mitarbeitern, oder den Passagieren, existieren Sprachbarrieren in der kompletten Informationskette. Darüber hinaus haben viele Kulturen spezielle Essensvorlieben, Abneigungen und ein unterschiedliches Sozialverhalten.

Dennoch ist die Luftfahrt ein großer globaler Geschäftszweig, mit einem Umsatz im Jahre 2009/2010 von weit über 95 Mrd. USD. Pro Jahr werden etwa 3,23 Mrd. Passagiere in über 640 Flughäfen weltweit transportiert [aci11].

Um diese Passagiere alle zu versorgen, müssen die Caterer eine gut funktionierende Waren- und Logistikkette (siehe Abb: 2.3) haben, sowohl intern als auch bis zum Flugzeug und wieder zurück. In Kapitel 2.5 wird der idealisierte Prozessablauf näher betrachtet.

Ein durchschnittlicher Caterer wie LSG Sky Chefs in Frankfurt am Flughafen hat mehr als

2 Grundlagen

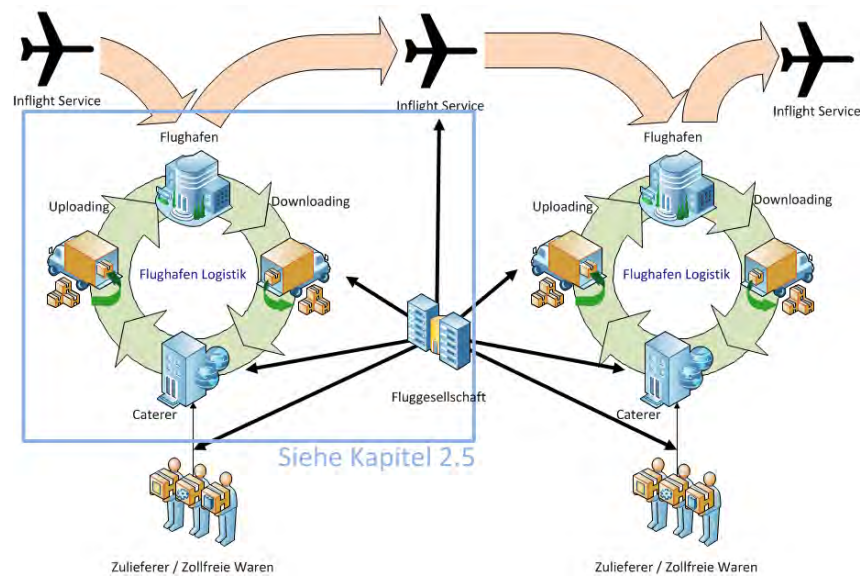


Abbildung 2.3: Allgemeiner Material- und Informationskreislauf des Airline Catering

1.000 Mitarbeiter an einem Standort, und weitere Zweigstellen weltweit, mit unterschiedlichen Nationalitäten. An einem normalen Arbeitstag werden über 70.000 Mahlzeiten für Passagiere in der Luft vorbereitet. Aber ein Caterer liefert nicht nur Lebensmittel, sondern auch Verbrauchs- und Gebrauchsgüter, wie Teller, Kannen, Zeitungen, etc.

2.2.2 Airline

Mehr als 240 Airlines [iat11c] transportieren Passagiere und Waren durch die ganze Welt. Jede dieser Fluggesellschaften bietet unterschiedliche Strecken an verschiedenste Orte der Welt an. Die Strecken sind unterteilt in Kurz-, Mittel- und Langstrecken. Je nach Streckentyp und Klasse (Economy, Business Class, First Class) werden unterschiedliche Speisen und Getränke serviert. Prinzipiell gilt, je größer das Flugzeug und höher die Klasse, desto mehr Service gibt es an Bord. Der Service reicht von Inflight Entertainment bis zu kostenlosen Getränken. Ausnahmen sind hiervon die Billigairlines, die durch den Verkauf von Artikeln während des Fluges leben. Mahlzeiten werden an Bord meist ab einer Flugzeit von mehr als 45 Minuten serviert. So genannte Special Meals, wie z.B. vegetarisches Essen, Halal (für Muslime) oder Koschere Speisen (für Juden) können gewählt, müssen aber rechtzeitig vorher gebucht werden.

2.2 Marktübersicht

Die Mahlzeiten werden meist servierfertig und häufig gefroren angeliefert und im Flugzeug in Öfen in der Galleys² erhitzt und für den Verzehr angerichtet. Außerdem befindet sich in der Galley eine verschiedene Anzahl an elektronischen Geräten wie Heißwasseraufbereiter oder Kaffemaschinen für den Servierbetrieb.



Abbildung 2.4: Eine Standard Unit.

Sollte die Airline keine Niederlassung des Vertrags- oder Allianzcaters am Zielflughafen haben, muss ein teurer lokaler Caterer beauftragt oder für den Hin- und Rückflug gecatered werden. Diesen Vorgang nennt man "Return-Flight Catering". Dies bedeutet mehr Logistikaufwand, da die Mahlzeiten und Güter für beide Flüge im Flugzeug gelagert werden müssen.

Die Deutsche Lufthansa AG hat über 340 Flugzeuge [lh-11a] und hatte im Jahr 2010 knapp 3.000 Starts und Landungen pro Tag [lh-11b] in über 211 Zielen und 84 Ländern. Nahezu an jeder dieser Ziele existiert ein Caterer, um die Flugzeuge zu versorgen.

An jeder dieser Stellen muss Equipment vorhanden sein, um die Massen von Mahlzeiten, Verbrauchs- und Verbrauchsgüter zu transportieren und um diesen Aufwand logistisch zu bewerkstelligen, benötigen die Airlines spezielle Transportbehälter. Dies sind sogenannte Trolleys (siehe Abb: 2.5) und Standard Units (siehe Abb: 2.4), welche auch "rotierendes Equipment" genannt werden. Diese Transportbehälter müssen im Schnitt $\sim 2,8$ mal im Transportkreislauf vorhanden sein, damit dieses Prinzip funktioniert. Das mehrfach vorhandene Equipment wird an die Caterer ausgegeben, um die Waren zu transportieren. Die Transportbehälter sind weltweit im Einsatz und Eigentum der Airline, der Caterer ist lediglich Besitzer und Benutzer. Die meisten Airlines wissen nicht annähernd wieviel Equipment sich in Ihrem Besitz befindet, da die Transportbehälter nicht nachverfolgt werden können. Durch Schwund und defekte Behälter müssen regelmäßig neue angeschafft werden.

Weltweit sind geschätzt ca. 1 Mio. Trolleys im Umlauf und ein Trolley kostet je nach Ausstattung zwischen 500 € und 1.000 € [Eng11]. Allein die Lufthansa schafft in den kommenden Jahren 30.000 neue leichtgewichtige Trolleys an [lh311]. Es gibt zur Zeit keine Möglichkeit das Equipment über den kompletten Airline Cateringprozess zu verfolgen. Es fehlt an Transparenz an den unterschiedlichsten Prozessschritten. Da es keine Auslieferung des Equipments an Kunden gibt, sondern immer wieder zum Caterer zurückgelangt, nennt man es rotierendes Equipment.

²Küche im Flugzeug

2 Grundlagen

Die Lufthansa AG hat in Ihrem Besitz 14 verschiedene Flugzeugtypen [lh-11a] für den Passagierbetrieb, weltweit existieren in der zivilen Personenbeförderung etwa 50 verschiedene Flugzeugtypen. Sollte eines dieser Flugzeuge ausfallen oder nicht rechtzeitig bereit sein, wird um den Flugplan zu erfüllen, ein anderes Flugzeug als Ersatz benutzt. Die Layoutänderungen haben große Auswirkungen auf die Prozesskette. Es ändern sich ggf. die Anzahl der zu befördernden Passagiere, der Gepäckstücke und der Küchen an Bord.

Nicht nur die Organisation der Passagiere ist eine Herausforderung: Ein Langstreckenflugzeug, die Boeing 747 (siehe Abb: 2.6), wird pro Flug mit etwa 40.000 Artikeln (Mahlzeiten, Kulturbeutel, zollfreie Waren, Verbandskästen, Zeitungen, Kopfhörer . . .) beladen. Dies entspricht einer Gesamtzuladung von etwa 6,5t. Zurückgeführt werden in etwa 5,5t in Form von Müll, benutzten Gebrauchsgegenständen und Transportbehältern. Um die Kosten für die Reinigung zu sparen, verwenden viele Airlines Einwegartikel anstelle von Mehrwegartikeln. Die Anschaffung von Einwegartikeln erweist sich zwar als billiger, geht aber auf Kosten der Umwelt. Um diese enormen Massen zu transportieren, wird in der 747 ein Stauraum von knapp 60cm³ benötigt [G.A07].



Abbildung 2.6: Typische Beladung einer Boeing 747 [kcs11a] für die Langstrecke. Ca. 6,5t Beladung.

2.2.3 Caterer

Weltweit existieren über 670 nationale und internationale Caterer [Eng11]. Zu den größten Cateringunternehmen gehören LSG Sky Chefs [lsg11], Servair [ser11] und die Gategroup Holding AG im speziellen Gategourmet [gat11]. Die Unternehmensform reicht von der Tochterfirma einer Airline, bishin zur Eigenständigkeit oder durch eine Allianz an eine andere Airline gebunden. Die meisten Caterer sind direkt am oder in der Nähe der Flughäfen. Hier befindet sich aus Platz- und Kostengründen die Produktion von Business Class und First Class Mahlzeiten, da die Gewerbeflächen an den Flughäfen sehr teuer sind. Wie in der Industrie üblich, betreiben auch die Caterer "Outsourcing". Die Produktion ist meist ausgelagert und die Economy Essen werden anderenorts produziert und vor Ort nur aufgetaut oder zum Auftauen im Flugzeug in Trolleys vorbereitet. Die Mahlzeiten werden meist mindestens 24h vorher produziert und üblicherweise farblich etikettiert. Jede Farbe steht für den produzierten Tag. So kann die Kühlkette zumindest innerhalb des Cateringbetreibers gewährleistet werden.



Abbildung 2.5: Ein Trolley.

Einige Caterer sind auch anderweitig tätig. Das Dienstleistungsangebot reicht von Bord- und Crewservice bis hin zur Lounges, Events, Schiffe, Züge oder Restaurants. Die Österreichische, weltweit agierende Cateringfirma DO&CO, beliefert z.B. nicht nur Top Airlines dieser Welt, sondern besitzt ein Hotel, zwei Restaurants, beliefert das BMW Museum in München und catert die Formel 1. Andere Cateringfirmen haben sich hingegen auf Special Meals spezialisiert und bereiten z.B. nur koscheres oder Halal Essen zu.

Wir betrachten KCS, den Caterer von KLM Royal Dutch Airlines, ein mittelgroßes Luftfahrt-cateringunternehmen aus den Niederlanden. Dieser Caterer beliefert täglich ca. 350 Flüge und bereitet dafür 55.000 Mahlzeiten zu. Zusätzlich werden noch ca. 2500 Special Meals und 23.000 Zeitungen benötigt. Für den reibungslosen Ablauf sorgen bei KCS 1.250 Mitarbeiter mit 42 verschiedenen Nationalitäten [kcs11b]. Der logistische Ablauf, um die Waren rechtzeitig zum Flugzeug zu bringen und alles zu organisieren, zu verwalten und zu reinigen, ist enorm. Dies geht soweit, dass selbst die Aussage des Präsidenten von KLM nicht überrascht, dass das Luftfahrt Catering aus 70% Logistik und nur zu 30% aus Kochen besteht [Eng11].

2 Grundlagen

Um diese Massen an Logistik und Mahlzeiten zu verwalten, sind die meisten Catererhallen mehrere Fußballfelder groß. Ein kleiner Teil davon nimmt die Produktion ein, der weitaus größere Teil die Verwaltung und Lagerung, wie im Beispiel von Cathay Pacific Catering Services in Hongkong [cpc11], zu sehen in Abbildung 2.7.

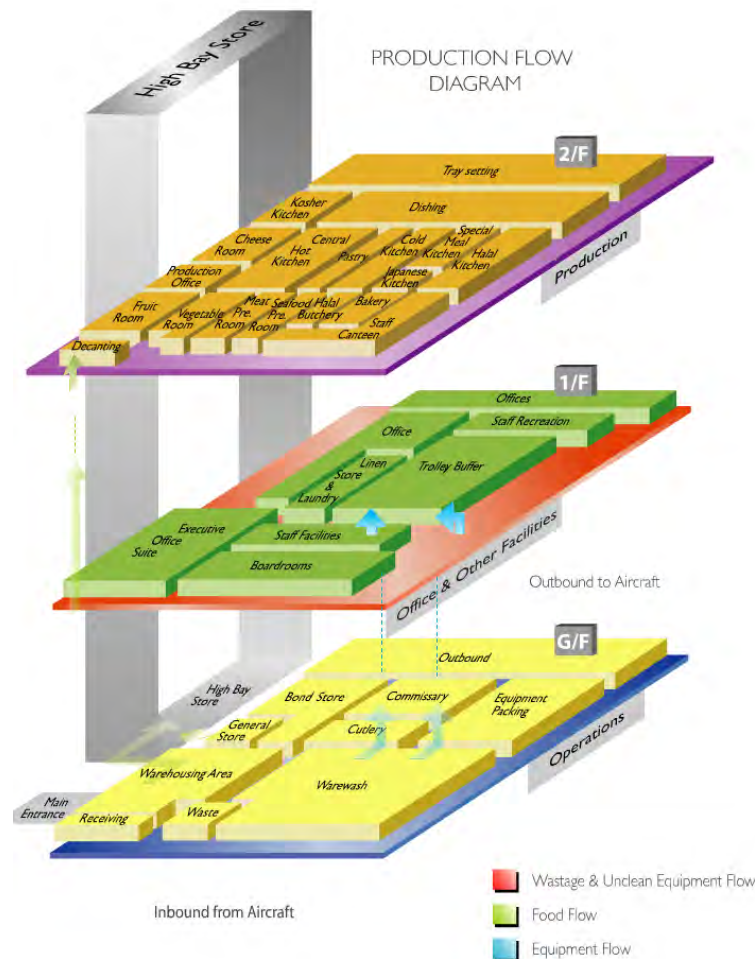


Abbildung 2.7: CPCS - Ein moderner, mittelgroßer Caterer [cpc11].

2.2.3.1 HACCP

Um die strenge Hygiene- und Lebensmittelsicherheit im Bereich der Lebensmittelverarbeitung zu gewährleisten, müssen die Hygiene-Standards nach *HACCP* (Hazard Analysis and

Critical Control Points) gewährleistet werden. Dies ist ein wesentlicher Bestandteil für die Qualitätssicherung und die Zertifizierung für die Luftfahrt als lebensmittelverarbeitenden Betrieb.

Seit 2006 dürfen nur noch Lebensmittel in der EU eingeführt und gehandelt werden, welche die HACCP-Richtlinien erfüllen [Eng11].

“Hazard Analysis and Critical Control Points” ist die Gefahrenanalyse und Kontrolle kritischer Punkte auf allen Stufen der Zubereitung, Verarbeitung, Herstellung, Lagerung, Beförderung, Verteilung, Behandlung und des Verkaufs.

Sobald ein Betrieb eine der genannten Tätigkeiten ausübt, muss nach HACCP-Richtlinien gearbeitet werden.

Für den Caterer bedeutet dies eine lückenlose Dokumentation, ausreichende Sicherheitsmaßnahmen und regelmäßige Kontrollen des eigenen Betriebes. Alle Arbeitsschritte müssen erfasst, die kritischen Kontrollpunkte definiert und für die Lebensmittel überwachenden Kontrollbehörden nachvollziehbar dokumentiert werden. Selbst jeder Mitarbeiter im Prozess muss in Fragen der Lebensmittelhygiene geschult werden und muss diese auch umsetzen.

Sobald eine Mahlzeit die Kühlkette verlässt oder die Dokumentation nicht nachvollziehbar ist, muss das Essen sofort aufgebraucht oder entsorgt werden.

2.2.4 Grundablauf Airlinecatering

Um die Komplexität des Airline Catering zu erfassen, wird in diesem Kapitel erklärt wie das Vertragswesen zwischen der Airline und dem Caterer funktioniert [Eng11]. Die Verträge zwischen den beiden Parteien sind sehr umfangreich, komplex und detailliert ausgearbeitet und zeichnen sich in der Regel durch eine lange Laufzeit aus.

Eine Übersicht über die wichtigsten Punkte, die in einem Vertrag festgehalten werden:

- Bedingungen der Vereinbarung
- Definition der Dienstleistungen
- Kosten und Preise für die einzelnen Dienstleistungen
- Zahlungsbedingungen
- Lieferbedingungen
- Regelungen über das Handling von airlineeigenem Equipment

2 Grundlagen

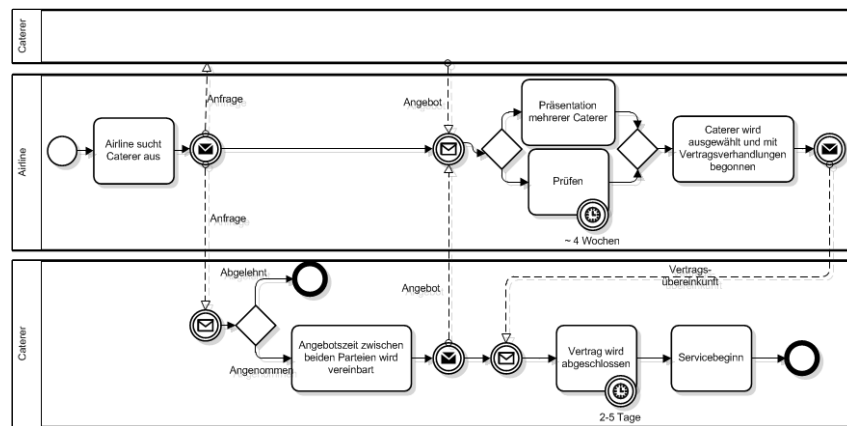


Abbildung 2.8: Üblicher Ablauf des Vertragsabschlusses zwischen einer Airline und einem Caterer.

- Schadenersatz und Haftungsbedingungen
- Gewährleistungsbedingungen
- Vertraulichkeitsbedingungen
- Kündigungsbedingungen
- Ausnahmeregelungen (höhere Gewalt)
- Rechts- und Gerichtsstand
- Aussetzungsbedingungen
- Unwirksamkeitsregelungen

Die Vertragsverhandlungen dauern je nach Größe und Umfang der Airline, bzw. des Caterers, unterschiedlich lang. Der Ablauf wurde als *BPMN* Diagramm (siehe Abb: 2.8) modelliert, um ein besseres Verständnis der Verhandlungen zu bekommen.

Ein wichtiger Bestandteil des Vertragsverhältnis zwischen der Airline und dem Caterer sind die Dienstleistungen, die der Caterer bringen muss. Dies sind sowohl die vertragliche Festsetzung der zu verwendenden frischen Lebensmittel, als auch die Airlinebezogene Zubereitung der Speisen.

Jede Airline bietet verschiedene Mahlzeiten für Ihre Kunden an. Diese variieren ungefähr alle zwei Wochen. Eine Fluggesellschaft hat ungefähr 4-5 dieser Meal Cycles, die sich auch dem Sommer und Winterflugplan anpassen, bis sich die Menüs wiederholen.

Die Menüentwicklung ist ein aufwendiger und teurer Prozess. Die Airline schickt dem Caterer eine grobe Idee wie das Menü auszusehen hat, mit etwaigen Lebensmittelvorschlägen

und Beilagen. Der Caterer lässt in der Entwicklungsküche von Spitzenköchen mehrere Menüs zubereiten, aus denen die Airline wählt. Je nach Menü und Aufwand werden danach die Preise verhandelt und der Vertrag für die Menüs festgelegt.

Die Airline besitzt in den meisten Fällen ein Auftrags- und Materialwirtschaftsprogramm, wie ein ERP oder eine andere gängige Softwarelösung. Die Transaktionen und Zahlungen für den Caterer geschehen auf elektronischem Wege, im Gegensatz zu den Produktions- und Kommissionieraufträgen beim Caterer. Diese werden üblicherweise papierbasiert ausgegeben und bearbeitet, sowie alle Transportbehälter mit Aufklebern (in einigen Fällen auch mittels Barcodes) und handgeschriebenen Inhaltstexten versehen. Diese Behälter werden dann bei der Auslieferung der Bestellung manuell, anhand der Auftragsliste abgeglichen und vorbereitet.

Der Bestellvorgang zwischen einem Caterer und einer Airline läuft im Allgemeinen wie folgt ab (Interview GateGourmet im Rahmen des Forschungsprojektes E-Cab):

- 1 Monat vor Abflug: Die Airline erstellt eine erste Prognose durch eine statistische Schätzung und anhand der bisher gebuchten Passagiere.
- 1 Woche vor Abflug: Erstes Update mit neuer Passagieranzahl.
- ca. 24h vor Abflug: Zweites Update mit Passagierdaten.
- bis kurz vor Abflug in kürzeren Abständen, weitere Updates mit Passagierdaten.

Je nach Flugart (Kurz-, Mittel- oder Langstrecke) wird bei regionalen und intrakontinentalen Flügen

- bis zu 2h vorher

und bei interkontinentalen Flügen

- bis zu 4h vorher

eine letzte Bestellung aufgenommen. Je nach Vertrag und Catererstandort und Zufahrtsmöglichkeit direkt zum Flugzeug, können Last Minute Bestelländerungen bis kurz vor Abflug angenommen werden. Diese stellen aber die Ausnahme dar und sind nur notwendig, um den beiden Parteien größere Kosten zu ersparen. Ausnahmen sind Verzögerungen, Änderungen der Flugzeuge (Maschinenwechsel) oder Streichungen von Flügen.

2.3 Stand der Technik

2.3.1 Enterprise Resource Planning

“Enterprise Resource Planning” ERP - eine Software, die eine reibungslose Integration aller relevanten Betriebsinformationen in einem Programm ermöglicht [Pry05]. In einem ERP werden in den meisten Fällen alle Geschäftsprozesse innerhalb eines Betriebes abgebildet. Durch die Vereinheitlichung, Dokumentation und Ausführung im *ERP* werden die allgemeinen innerbetrieblichen Prozesse optimiert, beschleunigt und mit mehr Transparenz versehen.

Je nach Größe und Branche einer Firma existieren unterschiedliche *ERP* Lösungen. Die bekanntesten Vertreter in diesem Bereich sind SAP, Infor ERP und Microsoft Dynamics Nav. Letzteres kommt bei B&W zum Einsatz und übernimmt u.a die Lager-, Stamm- und Auftragsdatenverwaltung innerhalb des Betriebs.

2.3.2 Structured Query Language

SQL (Structured Query Language) ist eine Datenbanksprache für relationale Datenbanken [dad11]. Mit dieser Sprache können in einer Datenbank Daten gespeichert, ausgelesen und geändert werden. Datenbanken kommen in den unterschiedlichsten Programmen zum Einsatz. Eine Datenbank ist notwendig, um alle möglichen Informationen und Daten zu speichern. Sowohl das von B&W benutzte ERP, als auch das Logistiksystem, benutzen eine Datenbank, um Daten zu speichern.

Im Logistiksystem existiert auf dem *SQL* Server eine Hauptdatenbank, in der die Auftrags- und Montagedaten gespeichert und weiterverarbeitet werden, sowie mittels *SQL* mit dem Programm ausgelesen und modifiziert werden können.

2.3.3 Webservice

Der Webservice stellt ein Client-Server-Modell dar [Sch10, Jae11]. Dies bedeutet, es existiert ein Server, auf den verschiedene Clients zugreifen können. Der Server stellt über eine Schnittstelle Dienste oder Daten bereit. Diese sind, sofern eine Netzwerkverbindung besteht, immer abrufbar.

Ein weiterer Vorteil eines Webservices ist die definierte Schnittstelle [soc11], die von verschiedenen Geräten mit unterschiedlichen Programmen und Betriebssystemen in einem inhomogenen Umfeld ausgelesen werden können.

2.3.4 Radio Frequency Identification

RFID („Radio Frequency Identification“) erlaubt u.a. eine berührungslose Identifizierung per Funksignal. Man benötigt ein Lesegerät, den sogenannten Reader und einen Transponder zum Auslesen. Die Transponder können je nach Abhängigkeit der Anwendung aktiv, semi-aktiv oder passiv sein (siehe Abb: 2.9). Aktive Transponder benötigen eine eigene Energieversorgung und passive Transponder beziehen ihre Energie aus dem elektromagnetischen Feld des Readers. Semi-aktive Transponder, werden bei B&W hauptsächlich eingesetzt. Diese benutzen ebenfalls eine Batterie für die Stromversorgung, allerdings nicht zum Senden des Antwortsignals, sondern nur für den Mikrochip und die Sensorik.

Das Antennendesign und das Aussehen der Transponder ist abhängig von der Frequenz, der Leseentfernung, ob er aktiv oder passiv ist und durch das Material um den Transponder. Nahezu alle kommerziell verfügbaren Transponder haben eine eingeschränkte Reichweite durch Störeffekte auf Metall, durch Magnetfeldablenkung, Wirbelströme und Antennenverstimmung. Dies ist ein enormer Nachteil, da die Transponder meist auf metallischen Oberflächen verwendet werden, wie in Galleys oder auf Trolleys. Aktive Transponder sind zur Zeit



Abbildung 2.9: Hier abgebildet sind passive RFID Tags, die u.a. bei B&W verwendet werden. Teilweise werden spezielle Tags benutzt die auf Metalloberflächen haften (Grau: Mount on Metal Tags) oder dünn wie Papier sind - je nach Einsatzzweck.

an Bord eines Flugzeuges nicht erlaubt, außerdem entsteht durch die notwendige Energieversorgung eine kostenintensive Wartung der Batterien.

Eine Integration in die Informationskette in der Luftfahrt ist nur bedingt machbar. Einerseits durch die Schwierigkeiten mit der Hardware und die elektromagnetische Verträglichkeit, andererseits fehlen Schnittstellen und Protokolle, welche den Luftfahrtanforderungen entsprechen, wie auch das Problem der weltweit zugelassenen Frequenzen.

Auch der geringe Datenspeicher stellt ebenfalls auf den Transpondern ein Problem für den

2 Grundlagen

Datenfluss dar. Normalerweise enthalten diese Transponder nur einen 96Bit Benutzerdatenspeicher für eine (meist programmierbare) eindeutige ID und ggf. einen Benutzerspeicher (i.d.R.: 512 Bit), der nicht von allen Geräten ausgelesen werden kann.

Des Weiteren gibt es ein Zertifizierungsproblem in der Luftfahrt. Die Frequenzen für die Datenübertragung sind durch die erwähnten technischen Begebenheiten eingeschränkt und nicht weltweit standardisiert. Der Frequenzbereich ist durch das ISM-Band, dies sind Frequenzbereiche für Industrie [I], Wissenschaft ([S]cience) und Medizin [M], eingeschränkt. Aber das ISM-Band ist nicht weltweit zugelassen und es gibt regionale Einschränkungen. Dadurch existieren auch unterschiedliche Reader und Transponder, die nur bestimmte Frequenzen "verstehen".

Ein weiteres Problem mit der Funktechnik existiert im Flugzeug selbst. Es gibt zur Zeit noch keinen Nachweis, ob aktive Transponder den Flugbetrieb durch Störungen beeinträchtigen und es muss sichergestellt sein, dass ein aktiver Transponder nicht unbeabsichtigt funkt. Es existieren zwar Lösungen mit passiven Transpondern, aber durch die eingeschränkten Speichermöglichkeiten und das Leseverbot während des Fluges würde dies ein Datenbackbone im Flugzeug voraussetzen, was noch nicht der Fall ist, sondern erst mit der nächsten Generation an Flugzeugen kommen wird. Somit kann die reine Datenhaltung an Bord nicht über *RFID* geschehen und muss anderweitig gelöst werden. Dieser Ansatz ist aber nicht Teil des hier beschriebenen Logistikkonzeptes, welches nach der Übergabe der Daten an die Crew endet.

2.4 Logistiksysteme

2.4.1 Eigene Konzepte

Wie in Abbildung 2.10 zu sehen, werden im Laufe der Diplomarbeit drei verschiedene Arten von Logistiksystemen erwähnt.

Die Airline-Catering-Logistik wird in Kapitel 5 erneut kurz angesprochen und hat für die eigentliche Arbeit keine Bedeutung, wird aber für ein besseres Verständnis der Zusammenhänge kurz erläutert.

2.4.1.1 Airline

Es werden Isolierbehälter bei B&W in der Endmontage gefertigt und diese werden an Airlines verkauft. Diese nutzt die Behälter als Teil des "rotierendes Equipment" für den Caterer, der damit die Speisen und Getränke für sie transportiert. Die Rücklieferung der Behälter erfolgt im Regelfall an andere Caterer, daher ist das Equipment weltweit verteilt. Die Isolierbehälter können wahlweise auch mit Temperatursensoren und einem Temperaturdatenlogger ausgestattet sein. Dadurch kann die Airline die Kühlkette vom Caterer bis ins Flugzeug kontrollieren.

2.4.1.2 Caterer

Das "rotierende Equipment" (Transportbehälter wie Trolleys und Standard Units), sowie diverse Verbrauchs- und Gebrauchsgüter von Zulieferern, werden beim Caterer angeliefert. Anhand des Airlineauftrages werden die Waren kommissioniert und an den Transporteur übergeben. Dieser transportiert die Waren zum Flughafen und an Bord des Flugzeuges. Der Warenfluss ist anhand der Sequenzpfeile in Abbildung 2.10 zu erkennen. Das hier beschriebene Logistiksystem heftet sich an den vorhandenen Warenfluss an und erweitert diesen um einen Ende zu Ende Datenfluss, welcher sich vom Wareneingang bis zur Übergabe der Daten an die Crew zieht.

2.4.1.3 B&W Endmontage

Als Machbarkeitsnachweis für das Logistiksystem beim Caterer wird der Endmontageablauf bei B&W zweckentfremdet. Die Abläufe sind, bis zum Warenausgang nahezu identisch. Es existiert ebenfalls ein vorhandener Warenfluss, an den der Datenfluss des Logistikkonzeptes angehängt wird.

2.4.2 Andere Konzepte

2.4.2.1 eGate Solutions

eGate Solutions [ega11] ist eine Tochterfirma von Gategourmet, dem weltweit zweitgrößten Cateringunternehmen und einer der größten Dienstleister im Bereich on-Board- und Bahn

2 Grundlagen

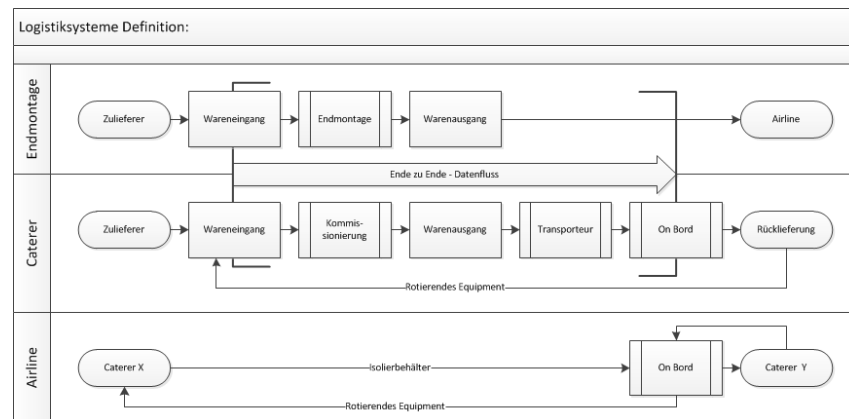


Abbildung 2.10: Darstellung der Logistiksysteme des Caterer, der Airline und der Endmontage

Servicemanagementsystemen.

Die angebotenen Dienstleistungen beinhalten die Unterstützung beim Verkauf von Waren an Bord, der Organisation der Galleys und ein Servicekonzept, um den Bordverkauf transparenter zu gestalten.

Für den Bordverkauf wird ein Handheld mit Barcodescanner und Drucker eingesetzt [PTKR10]. Damit können Speisen, Getränke oder Duty-Free Waren an Bord des Flugzeuges verkauft und bar, per Kredit- oder EC-Karte bezahlt werden.

Mit dem InFlight Exchange Paket bietet eGate Solutions eine Software an, um den Informationsfluss der Waren transparenter zu gestalten, den Verwaltungsaufwand zu minimieren um damit Kosten zu sparen. Es sind alle Aspekte des Bordverkaufes abgedeckt, von der Planung über die Lieferung bis zum Monitoring.

Ein kurzer Überblick über die Funktionen:

- *Community Portal:* Zugang für die Airline und den Caterer zur Übersicht über die Module
- *Service Scheduling:* Konvertiert den Flugplan der Airline für den Caterer und erstellt eine Prognose über die Passagieranzahl
- *Specification Management:* Verwaltung der Speisen, Teller, Inhaltsstoffe, Diensten mit Bildern, Erklärungen und Preisen.
- *Service Ordering:* Erstellt automatisch die Dienste für jeden Flug, anhand der Echtzeitdaten aus dem Airline System.

- *Invoicing*: Gewährleistet Abrechnungsgenauigkeit, bei Rechnungen und Nachbuchungen nach dem Flug.
- *Galley Planning*: Für jeden vorhandenen Flieger kann anhand des Galleylayouts die ideale Beladung gefunden werden.

2.4.2.2 In-flight Management

Die Firma LSG Sky Chefs [lsg11] als der größte Caterer weltweit und 100% Tochter der Deutschen Lufthansa AG, bietet ein eigenes System und diverse Dienstleistungen an, um das Management des Bordservices zu verbessern.

Ein wichtiger Bestandteil im Inflight Management von LSG ist die Marktforschung und das Erkennen von regionalen und globalen Trends anhand von Kundenumfragen.

Um das Inflight Management System einsetzen zu können, wird ein Konzept anhand durchgeführter Studien und Marktanalyse entwickelt, um alle Aspekte des Bordservices abzudecken. Diese beinhalten:

- Servicefolge an Bord
- Lieferung von Equipment
- Menüdesign
- Prozesse
- Logistik
- Lieferantenmanagement

Um den Service an Bord zu verbessern, unterstützt das Managementsystem u.a. in der Auswahl des Menüs und der Beschaffung. Durch den gezielten Einsatz von Handhelds und Sales Promotions soll der Verkauf an Bord gesteigert werden. Der normale Bordverkauf ist weiterhin möglich und Bezahlvorgänge können im Flugzeug bar, per Karte oder mit Gutscheinen durchgeführt werden.

Bei der Lieferung des Equipments steht ein Produktionsmanagementsystem im Hintergrund, das den Bordservice minutengenau planen kann. Hier wird die Optimierung der Equipment-Nutzung und Belade-Anweisungen durchgeführt, sowie die Galleyplanung vorgenommen.

Um alle Prozesse zu optimieren und zu stärken, werden anhand eigener Analyseverfahren alle Stakeholder verglichen und empfohlen. Diese Dienstleistung schließt auch das

2 Grundlagen

Benchmarking, Verhandeln und Umsetzen von Verträgen mit ein. Diese können, wie bereits erwähnt, komplex und sehr ausführlich sein.

Um den strengen Qualitätssicherungsansprüchen gerecht zu werden, arbeitet die LSG mit einem unabhängigen Hygiene Institut, dem LSG-Hygiene-Institut, das in Zusammenarbeit mit dem TÜV SÜD kooperiert, zusammen.

2.4.3 Ähnliche Systeme

Während der Projektphase wurden auch Logistiksysteme anderer Branchen [Bac07] betrachtet, um die Prozesse und Anforderungen an einen Logistikablauf besser zu verstehen. Obwohl die Logistik auf den ersten Blick komplex wirkt, folgen die üblichen Ende zu Ende Logistikunternehmen einfachen Regeln. Im Allgemeinen sind alle Logistikunternehmen mit modernster Technik ausgestattet um Sendungen und Fahrer zu verfolgen und um genaue Lieferzeiten zu erhalten.

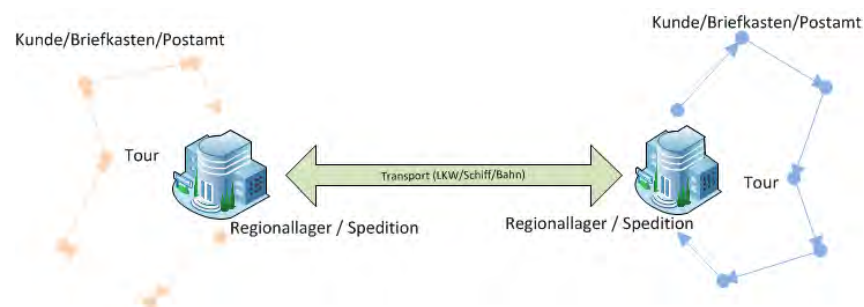


Abbildung 2.11: Allgemeiner Transportverlauf eines Ende-zu-Ende Dienstleisters

2.4.3.1 Post

Die Deutsche Post ist ein globaler Dienstleister und liefert mehrere Millionen Pakete und Briefe pro Tag aus. Um all diese Sendungen aufzunehmen, ist ein großes Netz logistischer Knotenpunkte erforderlich.

Bei der normalen Ende zu Ende Logistik werden Lieferungen von einem Punkt zum nächsten versendet. Wie in Abbildung 2.11 zu sehen, werden die Sendungen an einem der Punkte abgeholt. Je ein Postauto fährt eine vorgegebene Tour ab und holt alle Sendungen. Im Falle der Post wäre der Punkt ein Briefkasten, ein Postamt oder eine Packstation. Diese wird dann zum Regionallager gebracht, sortiert und an das zugehörige Regionallager des

Empfängers weiter transportiert. Am Zielregionallager wird dann am Tag darauf eine Tour vom Postboten in einem bestimmten Gebiet durchgeführt und alle Sendungen ausgeliefert. Die Sortierung in einem Regionallager läuft maschinell und nahezu fehlerfrei ab. Beim Sendungsversand existiert eine klar definierte Schnittstelle, da jeder Brief eindeutig gekennzeichnet sein muss. Es ist keine weitere "Technik" nötig, um den Informationsfluss abzubilden, da die Waren schon verfolgt werden können. Während des Postprozesses interessiert es nicht, welcher Inhalt die Sendung aufweist. Die einzigen relevanten Informationen sind die Packmaße der Sendung wie Größe und Gewicht, um den Transport und die Kosten kalkulieren zu können.

Im Postablauf ist es auch unwichtig, an welches Regionallager die Postsendungen gehen, sei es national oder international. Müssen die Sendungen an eine andere "Postgesellschaft" übergeben werden, erfolgt dies durch eine einfache Schnittstelle mit wenig Daten. Adresse und Empfänger stehen bereits auf der Sendung. Nach der Übergabe beginnt das Logistikprinzip wie in Abbildung 2.11 erneut.

Der modernen und technisch ausgereiften Lagerung der Sendungen stehen keine Zertifizierungs- und Frequenzbereichsprobleme im Weg.

Die Lagerung in den Postämtern geschieht in der Regel über Barcodes, in manchen Regionallagern teilweise auch über RFID [dhl11]. Die Ersetzung von Barcodes durch RFID ist nur noch eine Kostenfrage. Auch die Vernetzung von reinen Lagerhallen stellt technisch keine Herausforderung dar.

2.4.3.2 Spedition

Der Prozessablauf einer Spedition (siehe Abb: 2.11) läuft nahezu identisch ab wie der Sendungsprozess bei der Post (s.o.). Unterschiedlich zur Post hingegen ist, dass ein Spediteur eine ausgeprägtere Lagerung, bzw. Umschlag³ hat. Eine Spedition transportiert in der Regel Sendungen und Waren, die zu groß für die Post o.ä. Dienstleister sind. Die Waren werden im geografischen Gebiet des Spediteurs abgeholt und entweder direkt ausgeliefert oder über ein anderes Depot umgeschlagen und dann ausgeliefert.

In den Lagerhallen bei einem Spediteur kann jede beliebige Technik eingesetzt werden, um die Güter nachzuverfolgen. Sei es manuell, Barcodes oder RFID. Die Vernetzung der Lagerhalle ist meist schon gegeben, da der Wareneingang und die Lagerung über Handelsorganisiert wird. Die längerfristige Lagerung erfolgt meist just-in-time, um Kosten zu

³Um-, Ab- oder Aufladen von Gütern während des Gütertransportprozesses

2 Grundlagen

sparen und/oder durch vollautomatische Hochregallager.

Optimieren kann man in diesem Sektor nahezu nur noch durch genauere Technik und bessere Software. Heutzutage werden am Wareneingang die Pakete vermessen und die notwendigen Informationen gespeichert. Eine Software bündelt danach eigenständig die Pakete, die zum gleichen Depot geliefert werden müssen und plant den besten und kostengünstigsten Weg [eur11]. Aufwendig wird die Planung, sofern weitere Stakeholder am Prozess teilnehmen. Sollte es durch Stau oder beim Umschlag Verzögerungen geben, so kann die gesamte Zeitplanung nicht eingehalten werden.

2.4.3.3 RFID

Die Entstehung von *RFID* geht auf den zweiten Weltkrieg zurück. Gefördert wurden Anwendungen der *RFID* Technik seit den 80er Jahren. Heutzutage ist *RFID* schon allgegenwärtig, aber noch nicht für jeden Industriezweig ausgereift. Bisher kommt *RFID* zum Einsatz bei:

- Tieridentifikation
- Patientenidentifikation im Krankenhaus
- Tickets: Weltmeisterschaft 2006 in Deutschland
- In Bibliotheken zur Positionsidentifikation
- Autobranche: Fahrerlose Transportsystem entlang der Produktionsstraßen
- Diebstahlschutz im Einzelhandel
- Lagerwirtschaft: METRO Frankreich [dhl11]

2.4.3.4 Fazit

Die normale Ende zu Ende Logistik ist technisch auf einem hohen Entwicklungsstand. Durch die relativ einfache logistische Struktur und die wenigen Stakeholder im Prozess ist eine Optimierung und Digitalisierung des Logistikablaufes im direkten Vergleich zum Luftfahrt Catering einfach zu bewerkstelligen.

Die Ende zu Ende Logistik beginnt mit einer Anfrage, bzw. Freimachen der Sendung, Warentransport, Umschlag und Auslieferung. Danach endet die Logistikprozesskette. Vergleichsweise kompliziert läuft der Logistikprozess beim Airline Catering ab:

Mehrmals vor Auslieferung kommen Angaben über Bestellungen beim Caterer an, gleichzeitig müssen immer genug Waren von den Zulieferer vorhanden sein, danach erfolgt der Transport, der Verkauf, bzw. die Ausgabe an Bord, der Rücktransport und das Reinigen, bzw. Reparieren. Danach beginnt der Prozess wieder von vorne. Der Unterschied dabei ist, beim Airline Catering wird sogenanntes "rotierendes Equipment" verwendet. Wie bereits erwähnt, werden in eine Boeing 747 ca. 6,5t Waren angeliefert und 5,5t kommen später wieder zurück zum Caterer zur weiteren Verarbeitung.

2.5 Handlungsbedarf

Um den kompletten Logistikablauf beim Airline Catering zu verstehen und zu optimieren, wurden alle Prozessschritte der Stakeholder analysiert und global betrachtet (siehe Abb: 2.12). Die hier gezeigten Abläufe sind stark idealisiert. Im Laufe der Analyse wurden die Brüche im Daten-, Waren- und Informationsfluss aufgezeigt und definiert [BBR11].

Es gibt drei große Brüche in der Datenkette. Einmal bei der Übergabe vom Caterer zum Transporteur und bei der Rückführung zurück zum Caterer. Ein weiterer großer Bruch ist die Übergabe der Waren vom Transporteur zur Crew und am Zielfughafen wieder zurück. Die letzte Schwierigkeit im Informationsfluss stellt den Auftraggeber, die Airline dar. Diese möchte ständig Informationen über den Auftrag, die Verkäufe an Bord und weiterführende Informationen wie Inhaltsstoffe, Zulieferer der Lebensmittel, etc. für die Crew.

Bei der Übergabe zwischen den verschiedenen Stakeholdern entstehen Brüche in der Datenkette, die nur durch manuelle, aufwendige Handarbeit geschlossen werden können. An jeder Stelle muss ein Mitarbeiter die Transportbehälter und deren Inhalt kontrollieren und anhand einer Liste abgleichen. An allen Ecken und Enden fehlt es an Transparenz.

Häufig werden die Produktions- und Kommissionieraufträge beim Caterer papierbasiert ausgegeben und bearbeitet. Die Trolleys werden per Aufkleber, Barcodes oder Laufkarten gekennzeichnet und die Mahlzeiten bekommen einen farbigen Aufkleber für den jeweiligen Produktionstag.

Die Transparenz der Airline Cateringprozesse ist ungenügend und die Dokumentation für die Qualitätssicherung im Bereich Lebensmittelhygiene und Inhaltsstoffe ist aufwendig und zeitintensiv.

Das "rotierende Equipment" ist irgendwo auf der Welt unterwegs und die Eigentümerin, die Airline, hat keine Übersicht wie viele Transportbehältnisse oder Gebrauchsgüter sie besitzt.

2 Grundlagen

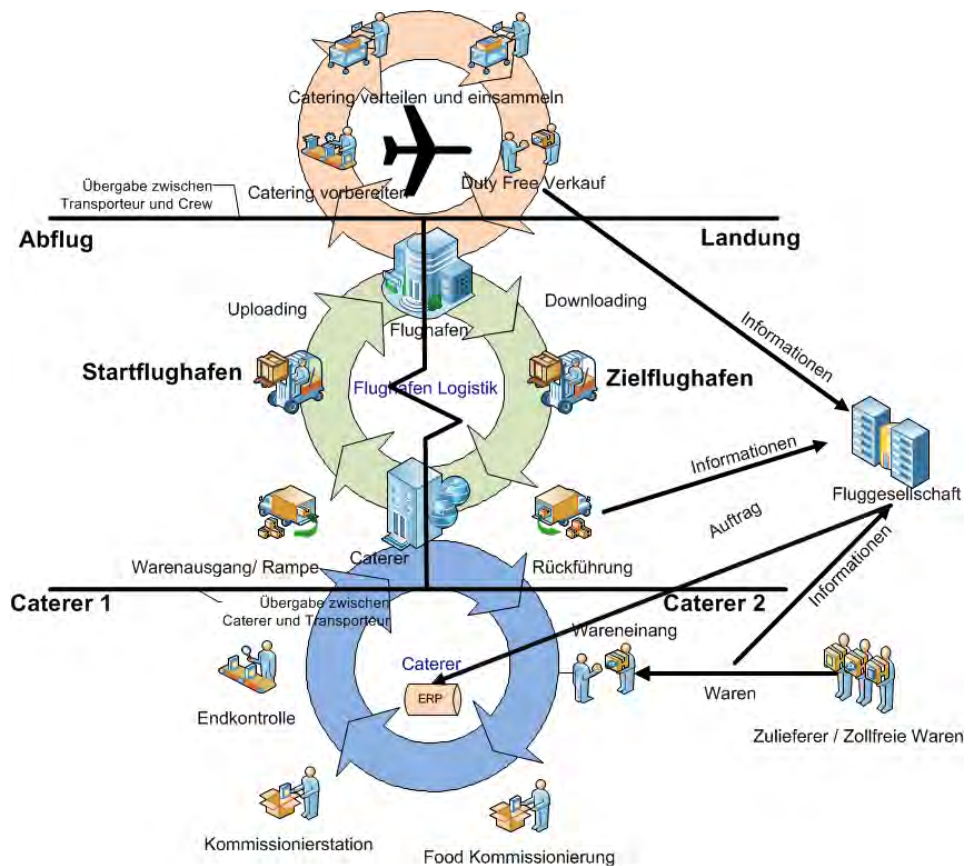


Abbildung 2.12: Datenbrüche in der Versorgungskette vom Caterer zum Transporteur und zur Crew. Die Transportbehälter, bzw. Gebrauchsgüter müssen nicht zwingend zum gleichen Caterer zurück.

Durch die fehlende Transparenz entstehen der Airline unnötig Kosten durch teure Wiederbeschaffung der Gebrauchsgüter, die durch Fremdverschulden abhanden kommen oder beschädigt werden.

Es ist ein langer, komplexer Prozess, bis die Waren und Mahlzeiten den Passagier im Flugzeug erreichen. Geht irgendwo in der Prozesskette etwas schief, ist der Passagier oder die Crew in den meisten Fällen der Leidtragende. Möchte der Passagier Informationen über die Inhaltsstoffe seines Essens, muss die Crew dies durch den unterbrochenen Datenfluss, in einer vorher von der Airline erstellten, vorhandenen Liste nachsehen, die regelmäßig aktualisiert werden muss. Sollte während des Bordverkaufes ein Essen ausgehen, muss in anderen Galleys oder bei anderen Flugbegleitern nachgefragt werden, ob die gewünschte Mahlzeit noch vorhanden ist.

2.6 Lösung

Die bereits geschilderten Probleme sind im Airline Catering nicht unbekannt. Das DLR⁴ und das BMWi⁵ bieten laufend Luftfahrtforschungsprogramme an, die sich u.a. mit der Optimierung und Verbesserung der Airline Cateringprozesse beschäftigen. An vielen dieser und anderer internationaler Projekte war die Firma B&W beteiligt.

Das Ziel des internationalen Forschungsprojekts E-Cab ("Electronically enabled Cabin and Associated Logistics for Improved Passenger Services and Operational Efficiency") war ein prozessorientiertes Forschungs- und Technologieprojekt, um elektronisch unterstützte Logistikketten zu ermöglichen. Das Ergebnis war ein papierloses Informationsmanagementsystem der Zukunft, für besseren Passagierkomfort, Crewzufriedenheit und einen effektiveren Flughafen.

Aus dem nationalen geförderten Projekt iC-RFID (Intelligent Catering - RFID), entstand ein firmenübergreifendes, intelligentes RFID unterstütztes Airline Cateringsystem, welches sich nahtlos in die komplette Prozesskette integrieren kann. Das Ziel war den Passagierkomfort zu erhöhen, die Prozesskette zu optimieren und Industriestandards zu etablieren. Ein Top Level Requirement dieses Projektes war die Transferierung der Lösung und der Standards in andere ähnliche Logistikstrukturen.

Aus diesen beiden Projekten entstand im Jahr 2009 der Grundgedanke eines intelligenten Cateringlogistiksystems vom Boden bis ins Flugzeug. Im eigenen Projekt iCC (Intelligent Comfort Class), welches vom DLR und BMWi im Rahmen von LuFo IV-2 gefördert wurde, entstand das Konzept, um eine Verifikation für ein intelligentes Catering Kontroll- und Monitoringsystem zu entwickeln. Dieses lässt sich direkt in ein vorhandenes System, basierend auf dezentralen mobilen Datenträgern und ohne die Notwendigkeit eines Datenbackbones im Flugzeug integrieren. Diese noch nicht vorhandenen Backbones, waren in der jetzigen Generation von Flugzeugen geplant. Die Innovationsträgheit ist hier enorm, da der Bau eines Flugzeuges und die Einführungsphase mehrere Jahre dauert, sind auch die Innovationen nicht leicht zu integrieren. Die aktuelle Vorhersage von Airbus lässt darauf schließen, dass die nächste Generation Flugzeuge vermutlich bis zum Jahre 2030 alle ein Datenbackbone haben werden [air11].

Weitere Themen im iCC Projekt waren die Verbesserung des Passagierkomforts mittels digitaler Dienste auf einem Tablet-PC, wie Ticketbuchungen [HFS09], Taxibestellungen am

⁴Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.

⁵Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

2 Grundlagen

Zielort etc. Außerdem war Teil des Projektes eine barrierefreie Toilette für behinderte Passagiere.

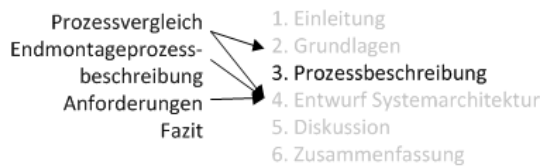
In jedem dieser Projekte wurde der Waren-, Informations- und Datenfluss des Airline Caterings betrachtet und nach Lösungen gesucht, die Brüche zu schließen, die Prozessabläufe zu optimieren und Standards zu etablieren.

Während der Projekte entstanden diverse Softwaredemonstratoren und Prototypen, die in Testumgebungen getestet und evaluiert wurden, um einen realen Bezug zum komplexen Airline Cateringprozess herzustellen. Da der Ablauf für einen Prototypen heruntergebrochen werden musste, wurde dabei nur an der Oberfläche gekratzt. Um ein Cateringlogistiksystem in ein vorhandenen Ablauf integrieren zu können, muss ein Machbarkeitsnachweis anhand realen Bedingungen erfolgen.

Aus diesem Grund wurde der Endmontageablauf im Hause B&W gewählt, der Ähnlichkeiten zum Cateringlogistikablauf hat. Es wird aber nur ein kleiner Teil der gesamten Airline Cateringprozesskette abgebildet, nämlich der beim Caterer. Dieser Teil ist ausreichend, um das Konzept eines intelligenten, dezentralen Logistiksystems zu überprüfen und zu evaluieren. Dieser erste Feldtest stellt den ersten Meilenstein zur Einführung des von B&W entwickelten Logistiksystems dar.

Das Logistiksystem für die Luftfahrt setzt sich aus den Ergebnissen und Erfahrungen der bereits genannten internationalen Forschungsprojekte zusammen, hat das Essentielle daraus extrahiert und wurde in einem zukunftssträchtigen und schnell einführbaren System fortgeführt.

Die Entwicklung des Logistikkonzept wurde im Rahmen der Diplomarbeit weitergeführt und im Laufe der Arbeit erfolgen weitere Details und die Beschreibung, welche den optimierten Montageprozess beim Bau der Isolierbehälter von B&W in Abhängigkeit des Kommissionierablaufs bei einem Caterer beschreibt.



3 Prozessbeschreibung

3.1 Prozessvergleich

3.1.1 Einführung

Die Digitalisierung in den meisten Bereichen der Luftfahrt, wie Forschung & Entwicklung ist im Gegensatz zur Luftfahrt-Logistik sehr weit fortgeschritten. Der Caterer bekommt die Aufträge auf elektronischem Weg, dennoch wird der Auftrag intern meist über Laufzettel abgearbeitet. Es werden zwar Computer benutzt, aber diese dienen meist nur als Schnittstelle zwischen den papierbasierten Prozessen.

Der anfallende Papiermüll ist ökologisch und ökonomisch nicht sinnvoll, schon gar nicht mehr zur heutigen Zeit in der, durch die globale Konkurrenz, überall gespart werden muss.

Im Ablauf des normalen Cateringvorgangs eines Flugzeuges gibt es für die Datenkette viele Schnittstellen, bei denen Daten von einem Dienstleister

zum anderen übertragen werden müssen. Die Daten müssen vom Caterer zum Zulieferer für das Flugzeug, zur Crew und natürlich zur Airline. Hier gibt es heutzutage immer noch große Brüche in der Datenkette (siehe Abb: 3.1). Für jeden Zwischenschritt gibt es zwar elektronische Hilfen, wie z.B. in Form von Handhelds, aber die Informationen sind qualitativ stark eingeschränkt.

Beispielsweise beim Einräumen der Galley. Der Ladeplan sieht vor, Trolley X in Compartment Y. Hier entstehen Probleme durch Verwechslung aufgrund von Zeitdruck, obwohl die

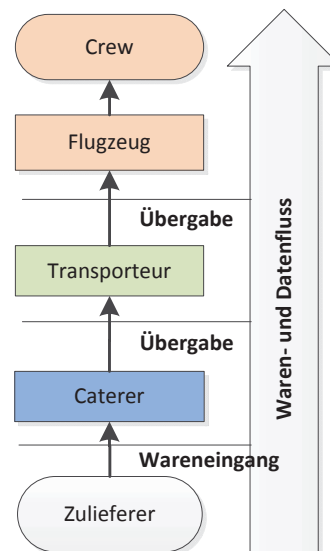


Abbildung 3.1: Datenbrüche beim Waren- und Datenfluss

3 Prozessbeschreibung

Ladeliste den Ladeplan enthält. Dies hat die Nachwirkung, dass die Crew erschwerte Inhaltskontrollen hat, sowie beim Service die benötigten Trolleys erst in der richtigen Galley oder im Compartment suchen muss. Sollten nun nachträglich Bestelländerungen oder Fehler auftreten, sind die Bestelldaten nach dem Abgleich mit der Bestellliste bei der Übergabe nicht mehr vollständig und fehlerhaft.

Das Problem der fehlenden Verbindung der Waren-, Daten- und Informationsketten, ist bekannt und es gibt viele Ansatzpunkte in diesem Bereich, an denen man Verbesserungen vornehmen kann [BBR11, DRRM11, Mül09, KR11b]. Es wird gezeigt, wie man den bestehenden Kommissionierablauf bei einem Caterer "digitalisieren" und im Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Flexibilität optimieren kann.

Um das Logistiksystem und den Ablauf beim Caterer besser verstehen zu können, wurden im Laufe der Entwicklung der Systeme, die Prozesse und die Arbeitsabläufe in einem Modell dargestellt. Die Modellierung der hier gezeigten Abläufe erfolgt in *BPMN* Notation.

BPMN wurde gewählt, um die komplexen Sachverhalte des Airline Catering durch einfache Semantik (Ereignisse, Aufgaben und Entscheidungen) zu veranschaulichen, darzustellen und zu modellieren. Dies soll als Grundlage dienen, um eventuell später den Arbeitsablauf mit einer Prozessmanagementsoftware zu modellieren.

3.1.2 Logistikprozesse Caterer

3.1.2.1 Catererprozess

Im Praktikum Cateringprozess [Sto10] wird der Prozessablauf im Airline Catering bei einem Caterer wie in Abbildung 3.2 idealisiert beschrieben:

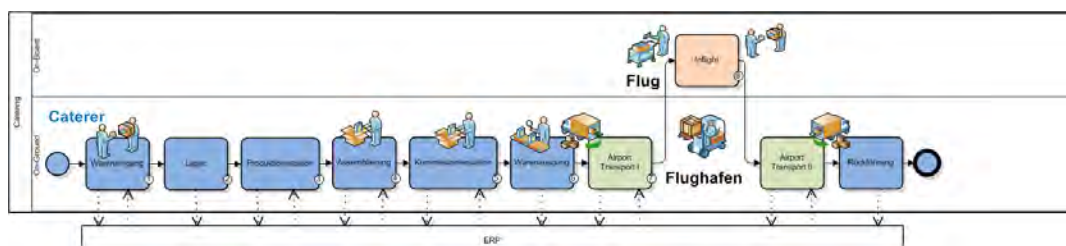


Abbildung 3.2: Prozessmodell Airline Catering

Wie in Abbildung 2.12 zu sehen, ist die Waren- und Lieferkette beim Cateringablauf sehr komplex. Stellt die Airline dem Caterer einen Auftrag, erwartet diese auch immer Informa-

tionen über den Status der Beladung ihrer Flugzeuge sowie ihrer (verkauften) Waren. Die Transportbehälter gehören der Airline. Diese verleiht sie an die Caterer um Speisen, Getränke und Zubehör in ihre Flugzeuge zu bringen.

Geht der Auftrag beim Caterer ein, werden alle benötigten und nicht vorhandenen Lebensmittel bestellt, im *Wareneingang* ① angenommen, *eingelagert* ② und notwendige Daten wie Lieferant, Zustand, Temperatur, Frische, etc. werden in das ERP zu Dokumentationszwecken eingetragen. Rechtzeitig bevor der Flug gecatert wird, beginnt der Caterer damit, seine Speisen aus dem Lager in der *Produktionsstation* ③ vorzubereiten. Sind die Speisen zubereitet, werden diese in der *Assemblierung* ④ portioniert und zwischengelagert. Mit den vorher produzierten Speisen, Getränken und anderem Zubehör wie Teekannen, Zeitungen, Süßigkeiten, Duty-Free Artikel etc. werden in der *Kommissionierstation* ⑤ die Trolleys und Standard Units beladen. Am *Warenausgang* ⑥ findet eine Endkontrolle statt und hier werden die kommissionierten Transportbehälter vom Supervisor¹ auf ihren Inhalt gemäß dem Auftrag der Airline kontrolliert um sicherzustellen, dass alle bestellten Speisen, Getränke und Waren bereit für den Transport zum Flugzeug sind.

Anhand seiner Beladeliste, weiß der Transporteur beim *Transport* ⑦ welche Behälter gekühlt werden müssen und hat einen fest definierten Plan für die Beladung. Dieser Plan wird in Abhängigkeit des Flugzeugbeladeplans erstellt, da jeder Trolley und jede Standard Unit ihren fest zugewiesenen Platz in der Galley hat. Die Crew an *Bord des Flugzeuges* ⑧, weiß anhand der Bestellliste, welche Waren sich an welchem Platz befinden.

Sollte sich etwas während des normalen Prozessablaufes ändern, sind Fehler nicht auszuschließen. Ändert die Airline kurz vor Ablauf der Bestellfrist die schon geordnete und vorbereitete Essensbestellung, kann die Anzahl der Trolleys oder Standard Units abweichen von der Lieferliste des Transporteurs, so muss diese auch aktualisiert werden, genauso wie die Crew die geänderte Bestellliste erhalten muss. Dies führt zu einem unnötig hohen Verwaltungsaufwand, der mit dem angestrebten Logistiksystem auf ein Minimum reduziert werden kann.

Das Logistiksystem soll die Planung für den Caterer vereinfachen und eine bessere Übersicht über ausgeführte Arbeitsschritte darstellen. Ebenso soll es eine Kontrolle über die kommissionierten Artikel geben und für den Caterer ist eine Temperaturkontrolle zur Qualitätssicherung nach HACCP (Kapitel:2.2.3.1) notwendig. Diese ist in der Endmontage nicht relevant, dennoch existieren äquivalent dazu, andere relevante Qualitätssicherungskon-

¹Vorarbeiter, Verantwortlicher für den Auftrag

3 Prozessbeschreibung

trollen, wie Dichtigkeitsprüfungen oder Temperaturtests, die analog in der Programmierung bedacht werden müssen.

3.1.2.2 Ablauf Airline Catering

Die Grundanforderungen, die sich aus den Abläufen ergeben sind eine konsequente Datenhaltung sowie ein konsistenter Datenfluss über mehrere Instanzen [LRD08]. Da beim Caterer, wie schon erwähnt, teilweise große Hallen bzw. Wegstrecken zurückgelegt werden müssen, wäre eine nachträgliche Vernetzung in der Regel unwirtschaftlich. Unter anderem ist es aus diesem Grund zweckmäßig, die Datenkette zu dezentralisieren.

So kann auf eine Vernetzung beim Caterer nahezu vollständig verzichtet werden und ferner können die Brüche in der Datenkette zwischen den unterschiedlichen Instanzen



Abbildung 3.3: Es gibt Half-Size und Full-Size Trolleys. Die Half-Size Trolleys sind nur halb so groß und daher passen auch zwei hintereinander in die Galley. Oben zu sehen sind Compartments.

geschlossen werden. Da jeder Trolley und jede Standard Unit einen integrierten bzw. angehängten Datenträger hat, sind die Daten an jeder Stelle im Prozess, über den Transporteur als auch bei der Crew vorhanden und können an jeder beliebigen Stelle im Ablauf ausgelesen und weiterverarbeitet werden.

Viele Caterer liefern ihre Trolleys nicht selber zum Flugzeug, sondern über einen externen Dienstleister. Dieser Transporteur weiß nur, wieviele Trolleys und Standard Units er abholen muss. Er quittiert seinen Auftrag mit dem Supervisor, der die Endkontrolle durchgeführt hat, dass alle notwendigen Behälter übergeben wurden.

Der Transporteur belädt das Flugzeug anhand eines definierten Beladeplans der Airline. Sobald die Crew sich an Bord des Flugzeuges befindet, kontrolliert der Purser² die Beladung des Transporteur und quittiert den Erhalt der Transportbehälter. Die Crew und der Purser kontrollieren die Beladung stichproben-

artig auf deren Inhalt und Vollständigkeit. Hier herrscht ein enormer Zeitdruck, da zwischen Beladen und Boarding kein großes Zeitfenster eingeplant ist. Jedes Crewmitglied muss sich

²Ranghöchster Flugbegleiter

merken, welcher Trolley bzw. welche Standard Unit in welchem Compartment eingelagert wurde, um später alle benötigten Speisen und Waren schnellstmöglich zu finden (siehe Abb: 3.3).

Nach der Landung am Zielflughafen werden in der Regel alle Trolleys mit den Resten, Müll und Waren vom Flugzeug entladen und zu einem Caterer vor Ort gebracht. Eine Ausnahme dabei wäre ein "Return-Flight-Catering", in dem die Airline doppelt catert, für den Hin- und Rückflug. Dies ist aber nicht immer möglich, da die Flugzeuge teilweise über Nacht stehen bleiben müssen, vom Zielflughafen weiterfliegen oder aufgrund der Routenplanung nicht wieder zurückfliegen. In den meisten Fällen ist der Zielflughafen der Abladeort für alle Waren an Board. Hier findet wieder eine Übergabe der Transportbehälter, samt restlichem Inhalt von der Crew, an den Transporteur statt. Dieser liefert die Waren, Geschirr, Trolleys, Standard Units und Zubehör bei einem anderen Caterer am Zielflughafen ab. Durch die Notwendigkeit, der weltweiten Verfügbarkeit ihrer Transportbehälter und des Zubehörs, benötigt die Airline eine große Anzahl von diesen. Durch Abhanden kommen, Fremdnutzung, Verlust Vertauschen oder Beschädigungen beim Caterer, erleidet die Airline einen großen finanziellen Schaden. Auf Grund dieses Schwundes, muss die Airline ihren Bestand regelmäßig erneuern, ohne eine Möglichkeit zu haben, herauszufinden an welcher Stelle im Prozess der Schaden entstanden ist.

3.1.2.3 Vergleich Caterer und B&W

Die meisten Airline Catering Prozessschritte werden in der Diplomarbeit aufgegriffen und auf den B&W Montageprozess abgebildet. Immer mit dem bereits erwähnten Hintergedanken, dem des Catering. Die Abläufe sind in sogenannten Leistungsstellen untergliedert: Die *Produktionsstation*, die *Assemblierung* und die *Kommissionierung* sind in diesem Fall in der multifunktionalen *Workstation* untergebracht. Das *Lager* arbeitet ebenso nach der gleichen Programmstruktur wie die *Workstation*. Aus diesem Grund fallen diese drei Abschnitte technisch zu einem Programm zusammen, physisch gesehen aber, stehen diese Workstations an unterschiedlichen Stellen und erfüllen unterschiedliche Aufgaben. Dies ist möglich durch ein immer gleiches Ablaufschema.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln erwähnt wurde, läuft der Montageprozess der Iso-lierbehälter bei B&W ähnlich dem eines Caterers ab (siehe Abb: 3.4). Die einzelnen Leistungsstellen und ihre Reihenfolge, in der die Prozessschritte ablaufen, sind ebenfalls nahezu analog anzusehen.

3 Prozessbeschreibung

Beim Caterer existiert eine *Chargenverwaltung* der Mahlzeiten, die ähnlich einer klassischen Produktion ist. Diese werden z.B. je nach Wochentag mit einem farbigen Aufkleber versehen oder beschriftet. Dazu gehören auch einige Waren wie Lebensmittel, die ein Ablaufdatum besitzen und verderben können. Um eine Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten, sind diese ähnlich zu behandeln, wie die Chargen einer Produktion.



Abbildung 3.4: Der B&W Produktionsablauf ist ähnlich und am Ablauf des Caterer orientiert.

Um die bisherige Warenkette einhalten zu können, werden diese Daten meist in ein schon vorhandenes ERP oder Catererprogramm eingepflegt. Sollte dies nicht der Fall sein, kann dies das Logistiksystem optional übernehmen.

Im Airline Catering werden die Vorgänge wie z.B. das Anrichten der Menüs in Kasserollen oder das "Tray Setting", das Bestücken von Tablettis, im Allgemeinen im

Englischen als "assembly" bezeichnet, dieses meist auch in Verbindung mit sogenannten "assembly lines", d.h. Fließbändern an denen die Güter sequenziell gepackt werden. Das Zusammenstellen von Gütern aus den Trockenlagern, wie z.B. Getränkedosen, Kopfhörer, Zeitungen, etc., oder auch das Bestücken von Transportbehältern, wie Trolleys oder Standard Units, dagegen meist als "commissary". Dementsprechend werden im Deutschen häufig analog die Begriffe "Assemblierung" und "Kommissionierung" benutzt, wenngleich es korrekterweise alles unter den Begriff der Kommissionierung fällt.

Wie in Abbildung 3.5 zu sehen, werden bei der *Assemblierung* die zuvor zubereiteten Speisen, Gebrauchs-, Verbrauchsgüter etc. auf Tablettis bzw. Einschübe gelagert, während im Montageprozess in der Produktion das *Lager* die selbe Aufgabe verrichtet, nur werden hier keine Mahlzeiten zubereitet, sondern Baugruppen und Teile vorbereitet. Der Ablauf der *Montage* ist deckungsgleich mit dem der *Kommissionierung*. Bei einem Caterer werden in der *Kommissionierung* die Tablettis und Einschübe in Trolleys, bzw. Standard Units eingelagert. Die kommissionierten Waren müssen auf dem Transportbehälter sichtbar für die Endkontrolle gekennzeichnet werden, um später nachvollziehen zu können, welche Waren sich in welchem Transportbehälter befinden.

Dieser Vorgang ist identisch mit der Verheiratung mehrerer Baugruppen in der *Montage*. Es werden vorher vorbereitete Bauteile miteinander verheiratet und aus zwei einzelnen Montagebegleitscheinen wird eine neue Baugruppe inklusive neuem Montagebegleitschein.

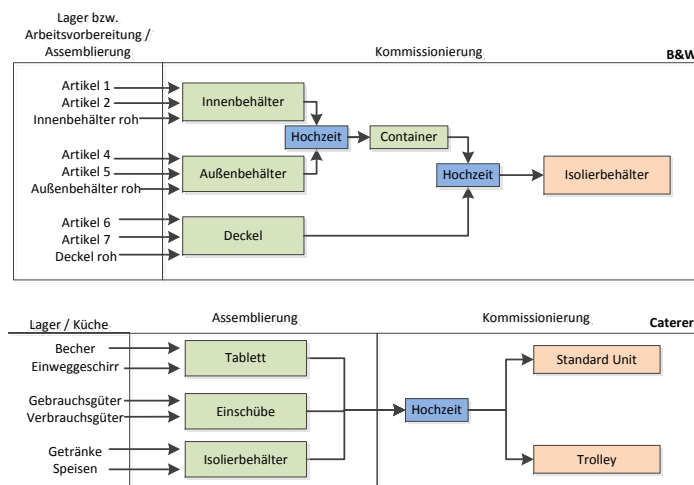


Abbildung 3.5: Vergleich der Assemblierung und Kommissionierung beim Caterer und bei B&W

Bevor die kommissionierten Trolleys und Standard Units beim Caterer zur *Rampe* gebracht werden, müssen diese noch anhand des Auftrags gegen kontrolliert werden, damit beim Transport nichts fehlt. In der B&W Produktion folgt hier die *Qualitätssicherung*, da alle produzierten Behälter auf ihre Funktion getestet und mit einer Seriennummer versehen werden müssen. Der Ablauf ist aber identisch anzusehen, da alle Behälter getestet werden, bevor es zur Verpackung geht, genau wie alle Trolleys und Standard Units auf ihren Inhalt kontrolliert werden müssen, bevor diese an der *Rampe* abgeholt werden.

Hier besteht nicht nur eine Ähnlichkeit der Prozesse des Airline Catering und der Endmontage, sondern es existieren auch ähnliche Probleme im Daten- und Informationsfluss, da der Ablauf der Endmontage noch nicht vollständig digitalisiert ist.

3.1.2.4 Handlungsbedarf

Da der bisherige Endmontageprozess bei B&W, so wie bei den meisten Caterern, vollständig papierbasiert ist, stellt das Optimieren und Digitalisieren des vorhandenen Prozessablaufs eine große Herausforderung dar. Durch die Größe der meisten Caterer und die nicht vernetzten Hallen, gibt es weitere Schwierigkeiten beim Umsetzen eines digitalen Arbeits-

3 Prozessbeschreibung

ablaufs.

Die Produktionsplanung, genauso wie die Auftragsplanung beim Caterer geschehen meist über Warenwirtschaftssysteme oder spezielle Branchenlösungen. Die Planung endet in der Regel nach Ausarbeitung der Planung und das weitere Vorgehen im Prozess wird über ausgedruckte Formulare und manuelle Abarbeitung bewerkstelligt. Durch fehlende Schnittstellen zum weiteren Ablauf resultieren weitere Brüche im Informationsfluss und erschweren ein durchgängiges Qualitätsmanagement [LR11].

Am Ende des Informationsflusses steht die Crew an Bord des Flugzeuges. Da es keine Möglichkeit gibt während des Fluges Informationen bzgl. der Beladeinformation und zusätzlichen Informationen mangels Datenbackbone zu erhalten, ist die Crew auf zuvor bereit gestellte Informationen angewiesen. Bei Fragen zu den Inhaltsstoffen, Mahlzeiten oder Duty-Free Artikel sind die Flugbegleiter von einer vorherigen Dokumentation der Waren abhängig.

Aus den bekannten Gegebenheiten und Problemen ergeben sich viele weitere wichtige Anforderungen an ein dezentrales, modulares Logistiksystem, dass den bestehenden Ablauf optimieren soll. Auf Grund der Ähnlichkeit zum Produktionsprozess bei B&W, wurde dieser zur Evaluierung des Cateringlogistiksystems im Praxisbetrieb als Pilotprojekt ausgewählt.

3.1.2.5 Lösung

Durch die gegebene Komplexität im Ablauf beim Catering ist es umso wichtiger, ein modulares, dezentrales System zu entwickeln, das sich in bestehende Abläufe integrieren lässt, ohne diese zu beeinflussen. Diese Modularität ist ein wichtiger Bestandteil des Logistiksystems und soll die Arbeitsabläufe einfach und effizient durch immer dasselbe Ablaufschema bei den Arbeitsplätzen abbilden.

Ein zentraler Gedanke ist die Kontrolle aller Waren nach *HACCP* Richtlinien und eine bessere Kostenkontrolle durch verbesserte Arbeitsanweisungen für die Mitarbeiter und Vermeidung von Fehlern. Die bestehenden papierbasierten Abläufe innerhalb eines Caterers kann nur noch durch Digitalisierung beschleunigt und kosteneffizienter gestaltet werden [dms09]. Die Bedingungen sind von Ort zu Ort und Aufgabengebiet des Caterers spezifisch, daher soll das Logistiksystem modular aufgebaut sein, um alle Abläufe abbilden zu können.

Dadurch, dass nun alle relevanten Daten gespeichert werden können und immer ausles-

bar sind, wird der gesamte Ablauf deutlich transparenter. Jeder Schritt, jeder Inhalt kann jederzeit und an jedem Standort ausgelesen werden.

So hat nicht nur der Caterer Vorteile durch die Transparenz in den Prozessen, sondern bekommt z.B. auch die Airline eine Übersicht über Verwendung und Lagerort der Trolleys und Standard Units, die ihnen gehören. Außerdem weiß die Crew durch den durchgängigen Datenfluss, welche Speisen und Getränke mit welchen Inhaltsstoffen geladen sind und an welcher Position im Flugzeug diese zu finden sind. Nun kann auch die Qualitätssicherung durch die *HACCP*-Richtlinien durch den kompletten Prozess gewährleisten. Aufgrund des dezentralen Datenflusses wird die Qualitätssicherung deutlich effektiver und vereinfacht, da durch den Einsatz eines dezentralen Logistikkonzeptes der komplette Versorgungskettenkreislauf, wie in Abbildung 2.12 zu sehen ist, abgedeckt und optimiert werden kann.

Um das System schneller in einem produktiven Umfeld einzusetzen, wird das Logistiksystem unter realen Bedingungen als Machbarkeitsnachweis innerhalb von B&W entwickelt, um die Optimierung und Effizienzsteigerung eines bestehenden, funktionierenden Logistikaufbaues anhand des neu entwickelten Systems zu zeigen.

Die Kommunikation zwischen den Arbeitsstationen untereinander muss dezentral, also autonom von einem Netzwerk funktionieren können. Die bisherigen Prozesse in der Endmontage sollen nicht geändert werden, da sich das System an die Prozesse anpassen soll.

Als zukunftssträchtiges System soll es für alle zukünftigen Standards integrierbar sein. Bisher wird das System mit einer Art USB Sticks über RFID und Barcodes betrieben. Der Vorteil des bisherigen angehängten Datenflusses ist, es muss nicht aufwendig Hardware für den Flugbetrieb (nach-)zertifiziert werden, sondern das Logistiksystem ist direkt einsatzbereit.

Um alle Brüche in den Datenketten und die Lücken im Informationsfluss zu schließen, ist eine Speicherung aller notwendigen Daten unerlässlich. Der Vorteil des Logistiksystems ist die Integrierbarkeit in einen bestehenden, schon funktionierenden Informationsfluss, um es für die Airline und den Caterer zu optimieren.

3.1.3 Übersicht B&W Endmontage

3.1.3.1 Einleitung

Um das Logistiksystem in einem realen Umfeld unter Beweis zu stellen, wurde, wie bereits erwähnt, der Endmontageprozess der Isolierbehälter bei B&W benutzt.

3 Prozessbeschreibung

Die Abläufe während der Montage folgen einem fest, in Arbeitsplänen, definierten Ablauf. Hier kommt es ebenfalls zu mehreren Brüchen im Informationsfluss. Die Daten aus dem ERP werden in Montagebegleitscheine übertragen, jedem Behälter beigelegt und von Hand ausgefüllt. Durch die hohe Fehleranfälligkeit des manuell auszufüllenden Montagebegleitschein, kommt es immer wieder zu Fehlern und Verzögerungen durch eine ausführliche Qualitätskontrolle der Endmontage.

Die Probleme während des Ablaufes ähneln denen des Caterer und um diesem entgegenzuwirken, muss der Ablauf digitalisiert werden, so können Fehler vermieden und der Ablauf optimiert werden. Im folgenden wird der Gesamtablauf der Endmontage beschrieben.

3.1.3.2 Gesamtablauf

Tabelle 3.1: *Beteiligte Hardware in der Endmontage*

ERP	Auftrag von Vertrieb. Daten werden gestellt
Supervisorprogramm	Auftragsdaten von ERP, Auftrags- und Arbeitsplanung anhand IdSticks
IdStick	Auftragsdaten und Authentifizierung
Lager	Arbeitsvorbereitung und Transportaufträge
MbsStick	Montagebegleitschein mit zugehörigen Auftragsdaten
Workstations	Montage und Qualitätssicherung
Webserver	Optionale Authentifizierung und IdStick Ersatz

Das Logistiksystem sieht vereinfacht aus wie in Abbildung 3.6. Der Wareneingang und der Einkauf pflegen die ERP Stammdaten. Nachdem der Vertrieb einen Auftrag angenommen hat, wird dieser in das ERP eingetragen. Die Auftrags- und Stammdaten werden vom übergeordneten ERP exportiert und dem Supervisorprogramm zur Verfügung gestellt. Die Lagerplanung erfolgt bei B&W ebenfalls über das ERP.

Das Logistiksystem erweitert die schon vorhandene Struktur und das *ERP* stellt innerhalb der Prozessabläufe eine zentrale Schnittstelle dar, auf die jede Abteilung zugreifen kann. Der Vertrieb kann beispielsweise mit dem Kunden anhand der Stammdaten eine grobe Auftragszeitabschätzung an den Kunden abgeben, der Einkauf erkennt für die Einkaufsplanung frühzeitig welche Teile in naher Zukunft ausgehen werden und die Montage kann flexibel auf die Auftragslage reagieren.

3.1 Prozessvergleich

Die Auftragsdaten werden innerhalb des Logistiksystems dezentral per IdStick und MbsStick übertragen. Das Lager hat als einziger Arbeitsplatz, neben dem Supervisorprogramm, eine Netzwerkverbindung, da bei B&W hier auch das ERP verfügbar sein muss.

Die genaueren Abläufe innerhalb des Logistiksystems erkennt man in Abbildung 3.7. Das Supervisorprogramm verarbeitet die Daten und bereitet diese für die Arbeits- und Auftragsplanung auf. Bei der Auftragsplanung wird der Mitarbeiter und der Arbeitsplatz für den auszuführenden Arbeitsschritt zugeteilt und ein IdStick beschrieben. An-

hand des IdSticks kann sich der Mitarbeiter am jeweiligen Arbeitsplatz authentifizieren und seinen Auftrag abarbeiten.

Nach dem erfolgreichen Ausführen aller Arbeitsschritte, wird der Auftrag per IdStick wieder an das Supervisorprogramm zurückgemeldet und die Auftragsdaten werden überprüft und an das ERP zurückgemeldet. In Abbildung 3.8 ist der Datenfluss des *IdStick* und des *MbsStick* modelliert. Der Auftrag wird vom *ERP* an das Supervisorprogramm übertragen und dort aufbereitet. Je nach Auftragslage (Wochenlos/Auftrag) wird der Auftrag aufgeteilt. Die *IdSticks* werden mit dem abzuarbeitenden Auftrag beschrieben und an die Arbeitsstationen verteilt. Auf den *MbsStick* werden im Lager die Montagebegleitdaten gespeichert und geht dann, angeheftet an den Behälter, weiter durch alle Arbeitsstationen bis zur Qualitätssicherung. An jeder Arbeitsstation wird der *MbsStick* u.a., mit den aktuell bearbeiteten Teilen und dem Arbeiter, für die Nachverfolgung beschrieben. Am Ende des Produktionsprozesses und nach bestandener Qualitätsprüfung, wird der *MbsStick* ausgelesen und geht leer zurück zum Lager, damit der Prozess wieder von vorne beginnen kann.

Gegen Ende jedes abgeschlossenen Auftrages an einem Arbeitsplatz, geht der *IdStick* mit den abgearbeiteten Arbeitsschritten beschrieben, zurück zum Supervisorprogramm und wird dort ausgewertet.

Eine spezielle Anforderung während des Datenflusses stellt das Speichern der Chargen

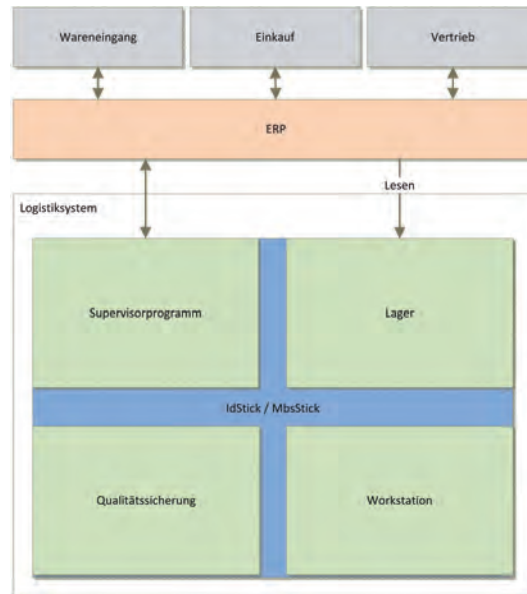


Abbildung 3.6: Abstrakte Darstellung der Hardware

3 Prozessbeschreibung

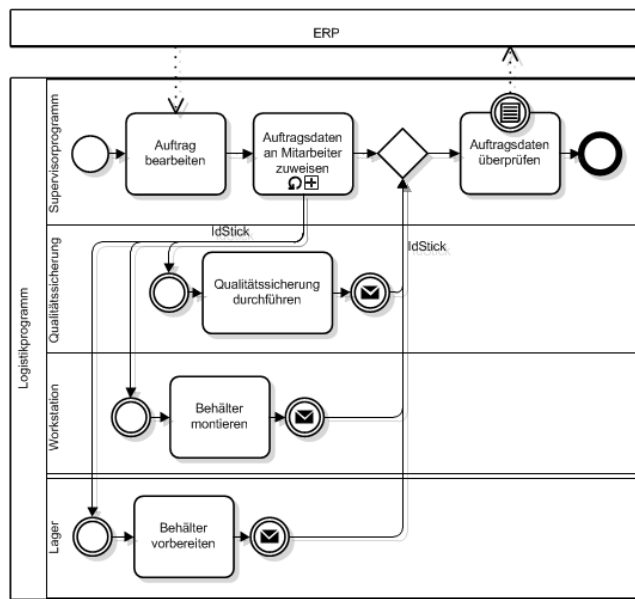


Abbildung 3.7: Allgemeiner Prozessablauf der Endmontage

einzelner Bauteile dar. Diese werden vom Einkauf eingetragen und vom Supervisor über den IdStick dem jeweiligen Auftrag zugewiesen. Ist es einmal notwendig im Ablauf, mehr als eine Charge eines Bauteiles zu verbauen, so muss die zweite Charge über einen Transportauftrag aus dem Lager geliefert werden, sobald die erste ausgeht.

In der Endmontage werden alle Waren just-in-time geliefert. Aus Platzgründen wird auf eine Lagerung verzichtet und es werden nur Kleinteile und selber produzierte Artikel länger gelagert. Daher ist ein regelmäßiger Stammdatenabgleich mit dem *ERP* notwendig.

Um die kleinen Unterschiede zwischen Caterer und Logistiksystem auszugleichen, muss das Logistiksystem sich an diverse unterschiedliche Gegebenheiten anpassen können. Dies wird erreicht durch ein modular anpassbares System, welches erweiterbar sein wird und den Produktionsablauf mit dem Bezug zum Kommissionierablauf bei einem Caterer digitalisieren soll.

Aufgrund der Tatsache, dass in der Endmontage bei B&W Behälter für die Luftfahrt gebaut werden, die in bereits zertifizierten Transportbehälter transportiert werden, entfällt eine Zertifizierung. Dennoch wird sich beim Produktionsablauf an die strenge Qualitätsmanagementnorm gehalten, gemäß EN 9100 um den Ansprüchen der Luftfahrtindustrie gerecht zu werden.

Wegen der strengen Qualitätssicherung, muss zu jedem Zeitpunkt im Ablauf eine durch-

gängige Dokumentation sichergestellt werden. Hierbei wird aufgezeichnet, welche Behälter aus welchen Chargen gebaut wurden, welcher Mitarbeiter diese gefertigt oder wer die Behälter auf ihre Funktion getestet hat. Durch die Speicherung aller notwendigen Daten auf den Sticks, kann dies im gesamten Ablauf gewährleistet werden.

Ein weiterer Vorteil des dezentralen Datenflusses ist die Möglichkeit, sollte ein Behälter im Verlauf der Montage in ein Lager eingelagert werden oder verwaist im Raum stehen, den angehängten Stick per Handheld auszulesen und alle notwendigen Informationen die bisher darauf gespeichert sind anzuzeigen. Durch die vorhandenen Auftragsdaten kann dem Behälter ein expliziter Auftrag zugeordnet werden und es können alle notwendigen Informationen ausgelesen werden.

3.1.4 Resümee

Anhand der Anforderungen an das Kommissionieren bei einem Caterer und durch die Montageprozesse bei B&W, ergeben sich viele Gemeinsamkeiten. Einige Anforderungen, bzw. Prozesse leiten sich aus den gegebenen Abläufen ab und müssen an das jeweilige System angepasst werden.

Aufgrund der Modularität des geplanten Systems soll das Logistikprogramm einfach anpassbar sein und sich flexibel an bestehende Prozesse bei Caterern und der Montage bei B&W anpassen sowie leicht ein-

führbar sein. Dies soll möglichst ohne weitere Änderungen der bisherigen Prozesse funktionieren und alle Datenbrüche in der Versorgungskette eliminieren. Je nach Bedarf kann das System Teile oder den kompletten Versorgungskreislauf abdecken.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Programmes ist, es soll Transparenz über den Caterer für die Airline schaffen, genauso wie es den Caterer bei der Dokumentation und Qualitätssicherung unterstützen soll. Diese beiden wichtigen Möglichkeiten, die das System schafft, sollen ebenfalls im Logistikprogramm veranschaulicht werden, da durch die Zertifizierung in der Luftfahrt bei der Montage die gleichen Dokumentations- und Qualitätssiche-

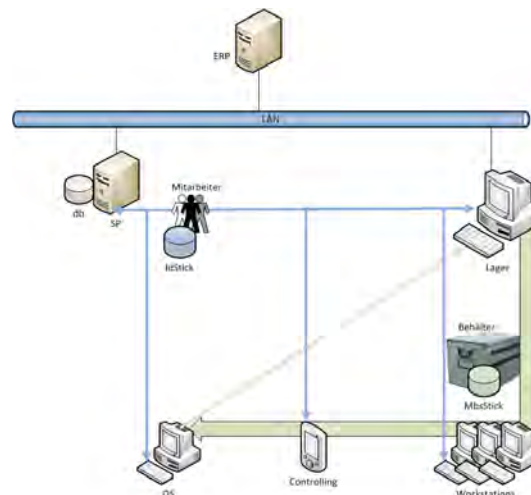


Abbildung 3.8: Datenfluss Allgemein

rungsstandards existieren. Die Synergie aus beiden Anforderungsprofilen ergeben für den Ablauf beim Caterer und bei der Produktion ein ideales Konzept für die Dokumentations- und Qualitätssicherung beider Parteien. Durch die Steigerung der Transparenz bekommt die Airline einen besseren Überblick, sowohl über notwendige Daten beim Caterer als auch Inhaltsstoffe oder Temperaturdaten kritischer Speisen.

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

3.2.1 Einleitung

Am Beginn der Prozesskette steht das *ERP* oder ein ähnliches Warenwirtschaftsprogramm in das die Aufträge der Kunden eingetragen und verwaltet werden.

Das Lager hat auch eine direkte Anbindung an das *ERP* und kann die entnommenen Teile direkt aus dem System ausbuchen, somit kann der Vertrieb bei Bestellannahme eine grobe Aussage treffen, bis wann die gewünschten Behälter versandbereit sein werden. Geht eine Bestellung ein, so wird der Auftrag ins ERP eingepflegt.

Hier kann schon bei der Bestellanfrage eine grobe Abschätzung der benötigten Teile erfolgen, um eine größere Lagerhaltung zu vermeiden und just-in-time zu arbeiten. Dies stellt einen großen Vorteil zum Caterer dar, da dieser ständig viel (v.a. frische) Waren vor Ort lagern muss, um schnell und effektiv auf Bestellungen und Änderungen reagieren zu können. In der Endmontage gibt es keine verderblichen Waren und es kann auf eine Kühlkette und das Kontrollieren innerhalb des Prozessablaufes verzichtet werden. Eine Lagerhaltung findet dennoch statt, da doch gewisse Verbrauchsartikel dauerhaft vorhanden sein müssen. Die Hauptanforderung an das System lautet "Das Logistiksystem muss sich an das *ERP* und die Prozesse beim Caterer anpassen. Nicht das *ERP* an das Logistiksystem".

3.2.2 Montage IST

Sobald im Vertrieb eine Bestellung eingeht, wird die Teileverfügbarkeit geprüft und der Auftrag ins *ERP* eingepflegt (vgl. dazu auch den Prozess in [BBR11]). Der Supervisor, bei B&W gleichzeitig der Fertigungsleiter, in der Montage bekommt nun vom Vertrieb eine Nachricht in Form eines Werksauftrages und kann mit der Auftragsplanung beginnen. Je nach Auslastung, Mitarbeiter- und Teileverfügbarkeit, plant nun der Supervisor die in

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

den Arbeitsplänen definierten Abläufe vor. Sind alle Teile des Auftrags verfügbar, so kann, je nach Mitarbeiterqualifikation, jeder Mitarbeiter einen Behälter komplett oder teilweise fertigen. Nicht jeder Arbeitsschritt kann und darf von jedem beliebigen Mitarbeiter ausgeführt werden. Bei der Planung ist die Anzahl der zu produzierenden Behälter zu berücksichtigen und davon abhängig, ob ein Mitarbeiter immer nur die selben bestimmten Arbeitsschritte durchführt, oder mehrere. Bei drei Montagearbeitern und fünf zu bauenden Isolierbehältern, ist es weniger sinnvoll, erst Mitarbeiter "Eins" alle Behälter vorzubereiten zu lassen, während Mitarbeiter "Zwei" und "Drei" darauf warten, die vorbereiteten Behälter fertig bauen zu können. Des Weiteren werden mehrere unterschiedliche Arten von Behälter gebaut, die sich teilweise, je nach bestellter Konfiguration ebenfalls ändern können. Analog dazu ändert sich die Zusammensetzung der Speisen beim Caterer ebenfalls im Laufe der Zeit.

Die Arbeitsplanung wird zur Zeit noch in Excel und Papierform realisiert (siehe Abb: 3.9). Die wichtigsten Planungskriterien sind die verfügbaren Kapazitäten und das Auslieferungsdatum. Der Supervisor weist vorher jedem Mitarbeiter einen Arbeitsplatz und die durchzuführenden Arbeitsschritte zu.

Die Zeitplanung wird anhand der Dauer bisher nach vorgegebenen Zeiten grob durchgeplant. Dies ist wichtig, da ständig Artikel aus dem Lager geholt und bereitgestellt werden müssen. Dadurch kann der Lagerarbeiter seine Zeit optimal zur Vorbereitung und Warenannahme nutzen. Kommt es jedoch zu Verzögerungen oder Änderungen, ist der vorher geplante Ablauf je nach Grad obsolet und muss aufwendig geändert und alle Parteien, die am Prozess teilnehmen, müssen benachrichtigt werden.

Sind die Material- und Zeitplanungen abgeschlossen, wird für jeden zu bauenden Behälter ein mehrseitiges Dokument, der sogenannte Montagebegleitschein ausgedruckt. Dieser

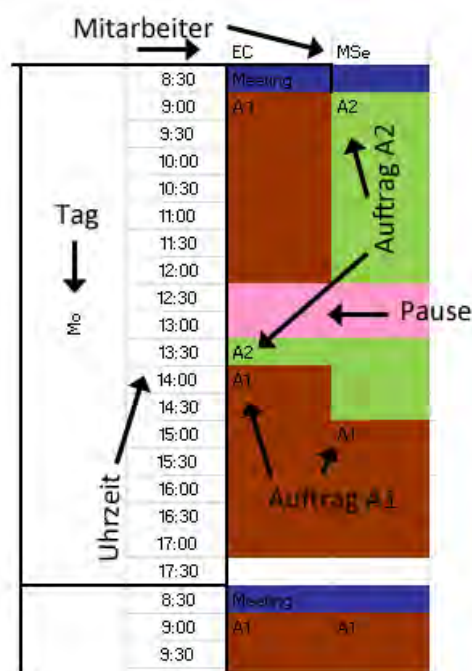


Abbildung 3.9: Bisherige Planung der Mitarbeiter in Excel. Farblich markiert sind die Zeiten (Pause, Aufträge) und die Aufteilung in Spalten für die Mitarbeiter.

3 Prozessbeschreibung

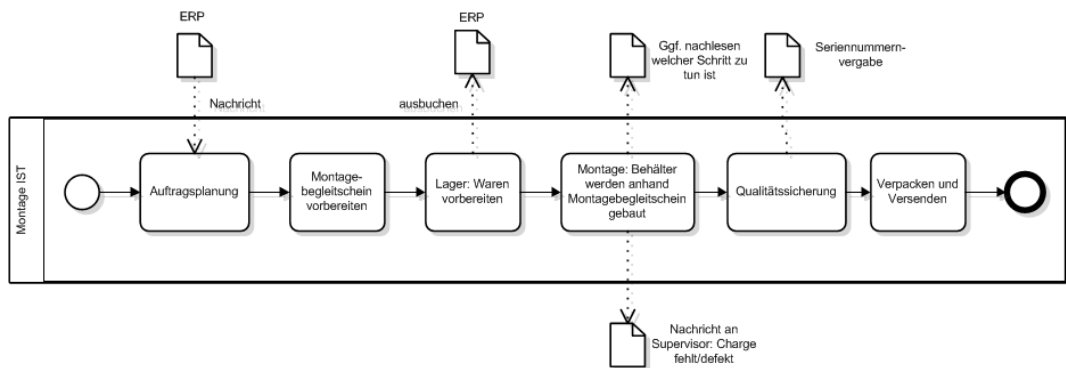


Abbildung 3.10: Bisheriger idealisierter Gesamtablauf der Prozesse beim Bau der Isolierbehälter.

umfasst die wichtigsten Auftragsdaten (Nummer, Auslieferungsdatum, Seriennummer), sowie alle Artikel die verbaut werden müssen. Verbaute Chargen müssen von Hand vom Monteur nachgetragen werden. Ebenso befindet sich auf dem Dokument eine Auflistung aller durchzuführenden Arbeitsschritte, die, sofern abgearbeitet, vom Monteur mit Datum und Unterschrift abgezeichnet werden müssen. Der Montagebegleitschein wird später vom Lagerarbeiter am jeweiligen Behälter befestigt.

Sind alle Vorbereitungen und Planungen abgeschlossen, beginnt der eigentliche Auftragsablauf (siehe Abb: 3.10). Zu erst bekommt der Lagermitarbeiter vom Supervisor einen Auftrag in Papierform. Dieser beinhaltet zu welchem Zeitpunkt er welche Artikel und Baugruppen vorbereitet haben muss und an welchen Arbeitsplatz geliefert werden soll. Alle Artikel werden aus dem ERP ausgebucht, im Lager zentral vorbereitet und in die Montage an vorher definierte Lagerplätze und Mitarbeiterplätze verteilt. Sollte es im Laufe des Auftrages zu einem Chargenwechsel kommen, werden beide Chargen geholt und getrennt in der Montage gelagert.

Jede Baugruppe bekommt den vorher genannten Montagebegleitschein angeheftet. Durch die Auftragsplanung kann der Lagerist grob abschätzen, wann welche Waren und Baugruppen nachgeliefert werden müssen und kann diese nun parallel zum Montageprozess vorbereiten. Sollten während des Montageprozesses Teile fehlen oder früher als geplant aufgebraucht sein, so muss der Lagerist auf Zuruf neue Chargen ausbuchen und liefern.

Jedem Mitarbeiter wird nun in der Montage seinen vorher definierten Arbeitsplatz zugewiesen und muss die ihm vorgegebenen Arbeitsschritte durchführen. So holt sich nun jeder Monteur vom Montagelager eine Baugruppe mitsamt dem dazugehörigen Montagebegleitschein. Darauf steht bisher nur der Artikeltyp der verbaut werden soll. Die Chargen, die ebenfalls vom Lagerist vorbereitet wurden, müssen nun von einem anderen Lagerplatz ge-

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

holt und in den Montagebegleitschein eingetragen werden. Auf diesem Schein wird jeder Arbeitsschritt nur als Aktivität benannt. Man findet keine Informationen darauf, wie dieser Arbeitsschritt auszuführen ist. Dies muss der Mitarbeiter entweder durch eine Einweisung erfahren haben oder in den technischen Unterlagen nachlesen, die ebenfalls am Lagerplatz vorliegen. Die technischen Unterlagen umfassen Zeichnungen der kompletten Behälter mit allen Teilen und der zu verbauenden Reihenfolge in Form einer Arbeitsanweisung. Durch den hohen Grad an Komplexität der Zeichnungen kann nicht davon ausgegangen werden, dass jeder Mitarbeiter die Zeichnungen lesen und verstehen kann. So muss bei Bedarf vom Supervisor oder anderen Kollegen geholfen werden. Die Schwierigkeit umfasst viele Feinheiten, u.A. die vielen unterschiedlich verbauten Schraubenstärken sowie die Verfahren zum Abdichten der Behälter oder die Einhaltung der Qualitätssicherung.

Jeder vom Monteur abgearbeitete Arbeitsschritt wird per Kürzel und Datum abgehakt. Des Weiteren werden die verbauten Chargen in die Montagebegleitscheine eingetragen, um eine vollständige Lebenslaufakte des Behälters gewährleisten zu können. Dies ist aufgrund der Qualitätssicherung notwendig: Es muss zu jedem Zeitpunkt möglich sein nachzuprüfen, wer, wann, welche Charge verbaut hat.

Sollte während des Montierens ein Fehler unterlaufen oder gibt es fehlerhafte Chargen, wird der Behälter in Absprache mit der Qualitätssicherung in ein Sperrlager eingelagert. Dort muss dann je nach Problem mit dem Qualitätsmanagementbeauftragten entschieden werden, was mit diesem defekten Isolierbehälter passieren soll. Wird dieser komplett entsorgt, können Teile ausgetauscht oder kann dieser repariert werden.

Jeder Mitarbeiter hat sein eigenes Werkzeug und Arbeitsmaterial am Arbeitsplatz. Sollten spezielle Werkzeuge benötigt werden, gibt es dafür einen Werkzeuglagerplatz im Montagelager.

Am Ende des Behälterbauprozesses findet die Endkontrolle zur Qualitätssicherung statt. Dies ist in unserem Ablauf eine Sonderfunktion. Im Ablauf beim Caterer kann dies ein fester Arbeitsplatz sein, in den meisten Fällen wird sie jedoch mit Hilfe eines Handhelds abgearbeitet. In der Endmontage bei B&W existieren einige Arbeitsschritte im Prozess, die bei einem Caterer nicht vorkommen. Jedem Behälter wird zum Beispiel eine eigene Seriennummer zugewiesen. Diese gibt es beim Caterer bereits an jedem Transportbehälter, da diese ja nur befüllt werden und nicht gebaut. Die in der Endmontage gebauten Isolierbehälter bekommen während der Bauphase eine interne Seriennummer. Erst nach erfolgreicher Endkontrolle, bekommt der Behälter seine endgültige, im Auftrag vordefinierte, fortlaufenden Seriennummer. Danach kommen die geprüften Behälter in das Versandlager und war-

3 Prozessbeschreibung

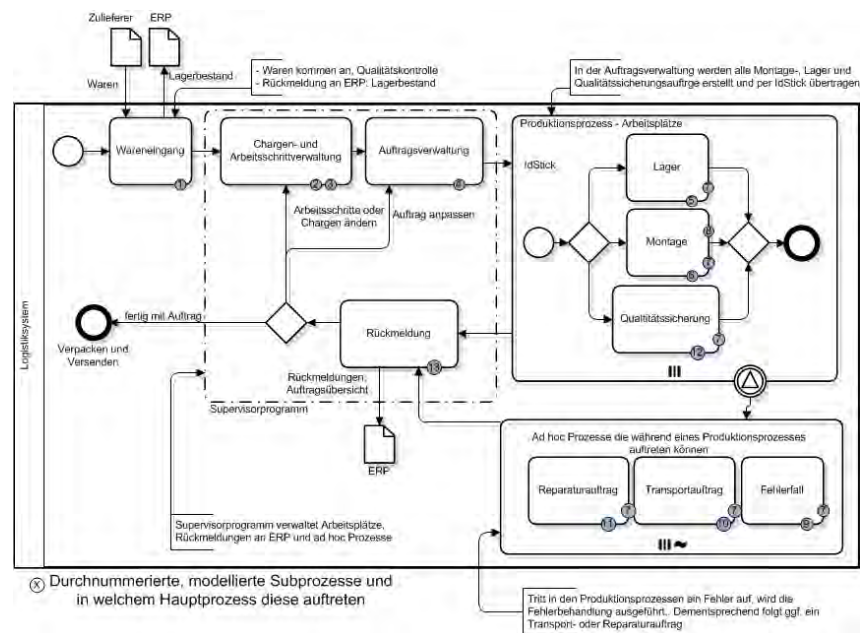


Abbildung 3.11: Bisheriger Gesamttablauf der Prozesse beim Bau der Behälter

ten dort auf einen Versandauftrag.

Sobald alle für den Auftrag gefertigten Behälter gebaut und geprüft wurden, erfolgt eine Rückmeldung über das *ERP* an den Vertrieb. Dieser generiert nun einen Versandauftrag. Sobald der Auftrag ansteht, bekommt der Lagerist einen Versandauftrag und bereitet alle Behälter auf einer Palette vor. Danach werden sie von ihm verpackt und später versendet.

3.2.3 Montage SOLL

In der folgenden Tabelle 3.2 sind alle BPMN Diagramme in diesem Kapitel als Erklärungen zur Abbildung 3.11 aufgelistet.

Tabelle 3.2: BPMN Diagramme in diesem Kapitel

Abb: 3.12	Wareneingang - Waren werden vom Zulieferer angeliefert, eingelagert und in das ERP eingebucht.	①
Abb: 3.13	Chargenverwaltung - Um die jeweilige Charge und den dazugehörigen Lagerplatz auszuwählen, muss vorher die Baugruppe markiert werden.	②
Abb: 3.14	Arbeitsschrittverwaltung - Für jede Baugruppe kann ein Template gewählt werden, oder die Arbeitsschritte zu einer Arbeitsschrittgruppe zusammengefügt werden.	③

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

Abb: 3.15	<i>Auftragszuweisung</i> - Die vorher definierten Arbeitsschrittgruppen werden ausgewählt und auf einer Zeile (siehe Abb: 3.16)) abgelegt. Es erscheint ein Einstellungsfenster, in dem man den Mitarbeiter, die Anzahl, den Lagerplatz und die Chargen auswählt.	④
Abb: 3.17	<i>Lager</i> - Der Lagerist bereitet alle ihm im Auftrag zugewiesenen Baugruppen und Waren vor und bringt diese dann in die Montage zu den Montagelagerplätzen.	⑤
Abb: 3.19	<i>Montage</i> - Der Supervisor beschreibt den IdStick mit allen relevanten Informationen. Der Monteur stellt die ihm angezeigte Baugruppe bereit und beginnt nach dem Einlesen des MbsStick mit den Arbeitsschritten. Im Fehlerfall muss der Supervisor eingreifen. Sind alle Arbeitsschritte ausgeführt, wird der Auftrag mit dem IdStick zurückgemeldet.	⑥
Abb: 3.21	<i>Montagearbeitsschritte</i> - Wenn vorhanden, werden die notwendigen Informationen wie Gefahrenhinweise, Waren oder Werkzeuge eingeblendet und die Arbeitsschritte ausgeführt. Sollten im Prozess an einer Stelle Mängel auftreten, muss der Supervisor gerufen werden. Dieser beschreibt einen IdStick mit dem aufgetretenen Fehler und behandelt diesen (Kapitel 3.2.3.6).	⑦
Abb: 3.22	<i>Hochzeit</i> - Erweiterter Montageprozessablauf um zwei Prozesse: Weiteren MbsStick auslesen und Daten zusammenführen.	⑧
Abb: 3.23	<i>Fehlerfall</i> - Je nach Fehlerfall muss der Supervisor handeln. Kann eine Reparatur durchgeführt werden, muss er ein Reparaturauftrag starten oder die Waren ins Sperrlager bringen. Sollten Waren defekt sein oder fehlen, müssen diese sofern vorrätig in die Montage transportiert oder in ein Zwischenlager gebracht werden.	⑨
Abb: 3.24	<i>Transportauftrag Lager</i> - Der Ablauf ist identisch mit dem normalen Lagerablauf. Die Ware oder Baugruppe wird geholt, ggf. der MbsStick beschrieben und in die Montage transportiert.	⑩
Abb: 3.25	<i>Reparaturauftrag</i> - Der Ablauf ist identisch mit dem Montageablauf. Der defekte Behälter wird geholt, die Arbeitsschritte werden abgearbeitet und die Daten werden zurückgemeldet.	⑪
Abb: 3.26	<i>Qualitätssicherung</i> - Die Qualitätssicherungsarbeitsschritte werden analog zu den Montagearbeitsschritten ausgeführt. Am Ende der QS wird das Typenschild angebracht, mit der vom Supervisorprogramm vorgegebenen, endgültigen Seriennummer.	⑫
Abb: 3.27	<i>Rückmeldung</i> - Die IdSticks werden ausgelesen und die Auftragsverwaltung aktualisiert sich automatisch. Am Ende der Qualitätssicherung wird der MbsStick ausgelesen und nach vorher definierter Anzahl fertiger Behälter an das ERP zurückgemeldet.	⑬

Der Montageprozess ist ähnlich der Kommissionierung bei einem Caterer. So beinhaltet das Logistiksystem ebenfalls eine Schnittstelle zum *ERP*. Dies kann für den Caterer die Schnittstelle zu einer Airline sein, oder eine bestehende Softwarelösung, mit der der Caterer bisher die Aufträge verwaltet hat. Das Logistiksystem ist eigenständig und kann an jede Art von Warenwirtschaftssystem über eine Schnittstelle angesprochen werden.

Diese Schnittstelle für das benutzte *ERP*, Microsoft Dynamics, basiert zur Zeit noch auf der einfachsten Art der Datensynchronisation: Über eine Textdatei. Dies ist notwendig, da Dynamics nur die Daten als Tabellen exportieren kann. Daher werden diese Daten pro Auftrag einmal exportiert. Das Supervisorprogramm greift in regelmäßigen Zyklen auf diese Textdateien zu und liest diese aus. Es werden aber nicht nur Auftragsdaten exportiert. Da die

3 Prozessbeschreibung

Lagerverwaltung bei B&W im *ERP* stattfindet, müssen in regelmäßigen Abständen auch die Lager- und Stammdaten exportiert werden. In der Planung ist ein Datenaustauschkonzept über XML, welches sich in die bestehende Schnittstelle einfach integrieren lässt.

Geht nun ein Auftrag über den Vertrieb ein, wird dieser in das *ERP* eingepflegt. Hier werden alle relevanten Daten überprüft. Sind für diesen Auftrag genügend Materialien zur Verfügung, wird in Rücksprache mit dem Vertrieb und in Anbetracht mit den notwendigen Ressourcen in der Montage geklärt, bis wann der früheste Liefertermin sein kann. Da im Haus, wie schon erwähnt, nicht alle Teile lagern, sondern just-in-time von den Suppliern anliefern lassen, müssen auch die Lieferzeiten berücksichtigt werden. Da hier der Lagerist eine Anbindung an das *ERP* hat, sind ihm die vollständigen Lagerlisten verfügbar, um eine möglichst genaue Planung zu ermöglichen.

Identisch hierzu liefert die Airline die "Auftragsdaten" über die geplante Passagieranzahl und ggf. bestellte Speisen und Getränke. Die geordneten Waren, sowohl Essen, Getränke als auch Geschirr, Duty-Free Artikel oder Servierkannen werden in Trolleys an Board gebracht. Zwar ist der Ablauf nahezu identisch, aber es kommen bei der Endmontage noch einige prozessbedingte Schritte hinzu. Allerdings gibt es auch beim Caterer einige Punkte, die beachtet werden müssen. Dieser hat bestimmte Vorlaufzeiten für die Zubereitung der Speisen, so müssen alle Speisen spätestens acht Stunden vorher angemeldet werden, "Special Meals" wie Koscheres oder Halal Essen müssen ca. 24 Stunden vorher bestellt werden. Durch die kurze Zeitspanne müssen auch kurzfristige Änderungen der Bestellung der Airline angenommen werden. Aus diesem Grund muss im System berücksichtigt werden, dass für den Caterer die Möglichkeit besteht, seinen schon bestehenden, laufenden Auftrag abändern zu können.

Im Logistiksystem kann es nur in Ausnahmefällen vorkommen, dass die Bestellung kurzfristig geändert wird. Normalerweise wird dann nur die Anzahl der zu bauenden Behälter angepasst. Aber durch die Ähnlichkeit zum Kommissionierprozess, ist das Logistiksystem darauf ausgelegt auch einen Nachlieferauftrag zu berücksichtigen.

3.2.3.1 Wareneingang

Tabelle 3.3: Wareneingang und ERP

Wareneingang	Waren werden überprüft und eingelagert
ERP	Verwaltung bzw. Einpflegen der Lieferscheine

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

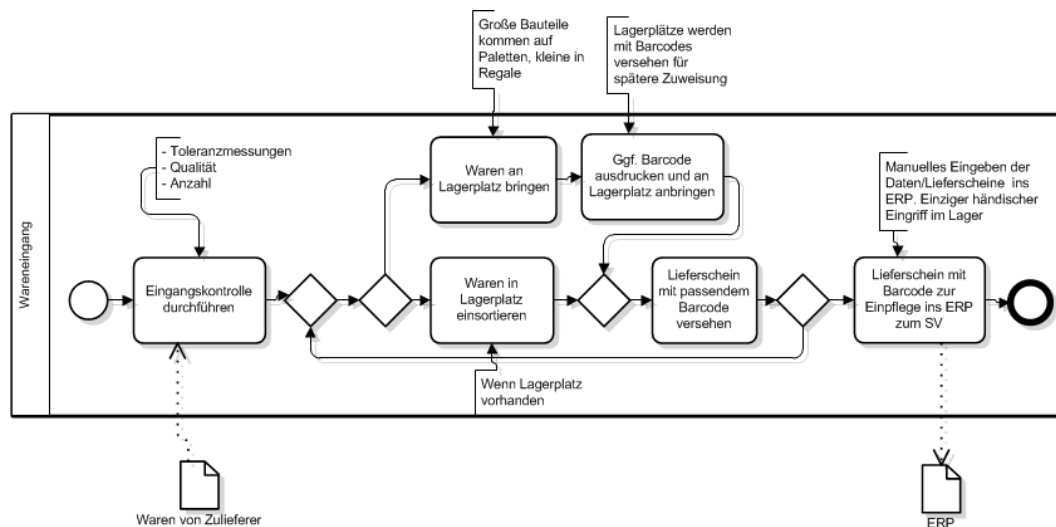


Abbildung 3.12: Wareneingang - Waren werden vom Zulieferer angeliefert, eingelagert und in das ERP eingebucht.

Am Anfang des Prozess steht der Wareneingang. Bevor irgendetwas produziert werden kann, müssen erstmal die notwendigen Waren bzw. Artikel angeliefert werden. Da bei B&W nur eine Endmontage betrieben wird, werden viele verschiedene vorgefertigte Teile in regelmäßigen Abständen angeliefert. Jede Abteilung hat seinen fest vorgeschriebenen Aufgabenbereich. Hierbei übernimmt der Einkauf die Nachbestellungen. Der Lagerist bucht die Waren bei Ankunft nicht in das *ERP* ein. Dies geschieht an zentraler Stelle im Einkauf, da durch mehrere Lageristen und im Falle des Caterers sogar mehrere Wareneingänge, bzw. deutlich mehr Waren ankommen. Daher können viel mehr Fehler durch Falscheingaben passieren. Ein Vorteil bei B&W besteht durch die Lagerung der ankommenden Waren. Es existieren nur große Palettenlagerplätze für die Außen- und Innenbehälter sowie für die Deckel, für die kleineren Bauteile befinden sich kleinere Lagerplätze auf Regalen. Bei einem Caterer hingegen gibt es mehrere unterschiedliche Lager. Sie unterscheiden sich im Bezug auf Größe, Temperatur und ethnische Besonderheiten. Es gibt Tiefkühl-lagerhallen, Kühlhäuser und Trockenlager, sowie extra Lagerhallen für koscheres Essen, Halal oder ähnliches. Da dies oft nicht vor Ort produziert wird, wird beim Caterer nur die Bestellung zwischengelagert. Wie in Abbildung 3.12 zu sehen, beginnt der Wareneingang mit einer Eingangskontrolle. Je nach angelieferter Ware werden stichprobenartig einige Kontrollen durchgeführt. In der Endmontage wird die Qualität überprüft, die Toleranzen nachgemessen und die Anzahl der bestellten Waren überprüft. Haben die Waren erfolg-

3 Prozessbeschreibung

reich die Eingangskontrolle passiert, wird dies auf dem Lieferschein notiert und die Waren werden eingelagert.

Hier gibt es nun mehrere Möglichkeiten im Ablauf. Entweder es kommen kleine Waren an, die in dafür vorgesehenen Lagerplätze in den Regalen eingeräumt werden, oder die Lagerplätze sind mit einem Barcode versehen, so dass die Waren später eindeutig identifizierbar sind. Werden Rohbehälter oder Deckel angeliefert, sind diese auf Paletten verpackt, welche auf speziell vorbereiteten Lagerplätzen verwahrt werden. Da diese aber je nach bestellter Menge variieren, wurde auf eine vorherige Kennzeichnung verzichtet. Daher muss nun der Lagerist diese Kennzeichnung über ein Lagerplatzmodul, das ebenfalls Teil des Logistikprogramms ist, drucken und an der jeweiligen Palette befestigen.

Ist die Einlagerung abgeschlossen, so wird der Barcode des Lagerplatzes erneut ausgedruckt und am Lieferschein angebracht. Das Ende des Prozesses stellt die Einpflege in das ERP dar. Diesen Schritt darf der Lagerist jedoch nicht allein durchführen. Hier werden zwei Eingriffe getätigt: Die Bestätigung der Eingangskontrolle und das Einpflegen in das *ERP*. Jeder menschliche Eingriff in den Prozess kann zu Fehlern führen, es ist jedoch nicht möglich diese Arbeitsschritte maschinell durchzuführen. Um das menschliche Fehlerpotential möglichst gering zu halten, bekommt der Lagerist nur die Verantwortung für die Eingangskontrolle. Die Einpflege der Daten anhand des Lieferscheins und der zugehörigen Regalnummern unterliegt der Verantwortung eines Supervisors. Dies ist notwendig, um im Fehlerfall einen eindeutigen Verantwortlichen zu identifizieren. Die Einpflege wird entweder manuell oder je nach verfügbarer Hardware per Scanner erledigt.

Die genauen Lagerplätze sind nicht im *ERP* hinterlegt, hier findet man nur das Wareneingangslager als Hauptlager. Die restliche Lagerverwaltung übernimmt ein Modul im Logistiksystem, im Speziellen, das Supervisorprogramm. Die Lagerverwaltung weiss, welche Ware, Charge oder Behälter in welchem Lager und an welchem Platz liegt.

3.2.3.2 Supervisorprogramm - Arbeits- und Chargenverwaltung

Tabelle 3.4: *Arbeitsverwaltung mit Templates und Chargenverwaltung*

Supervisorprogramm	Verwaltungsprogramm für die Arbeitsschritte und Chargen
Chargenverwaltung	Chargen werden anhand der Baugruppen verwaltet
Arbeitsschrittverwaltung	Arbeitsschritte werden in Arbeitsschrittgruppen eingeteilt.
Templates	Vorlage von bereits definierten Arbeitsschritten

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

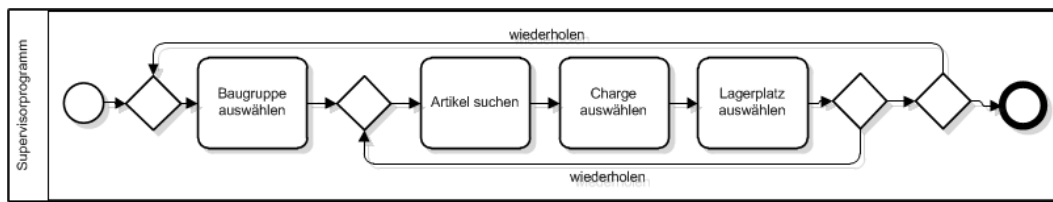


Abbildung 3.13: Chargenverwaltung - Um die jeweilige Charge und den dazugehörigen Lagerplatz auszuwählen, muss vorher die Baugruppe markiert werden.

Da in regelmäßigen Abständen Stammdatenupdates (Lagerbestand, Mitarbeiterdaten, etc.) aus dem *ERP* kommen, ist das Supervisorprogramm immer auf dem aktuellen Stand in Bezug auf die zu bauenden Artikel. In den Stammdaten fehlt die Information, welche Charge welches Artikels sich in welchem Regalplatz befindet. Diese Information wird aber benötigt, um dem Lagerarbeiter später bei der Auftragsvergabe die notwendigen Informationen mitzuteilen, welche Charge er aus welchem Regal zu holen hat.

Die Chargenverwaltung (siehe Abb: 3.13) wird im Supervisorprogramm vorgenommen. Sobald ein Auftrag vorhanden ist, wird der zu bauende Behälter im System angezeigt. Dieser ist in seine Baugruppen aufgeteilt und das System füllt automatisch alle Chargenfelder, angefangen mit den ältesten (Zeitstempel Eingangskontrolle) Chargen. Außer es sind zu wenig Teile im Lager, dann wird, um einen Chargenwechsel während des Auftrages zu vermeiden, die nächstgrößere, passende Charge verwendet. Dies ist nur ein Auswahlvorschlag und kann vom Supervisor nachträglich angepasst werden.

Im nächsten Schritt wird die gewünschte/benötigt Baugruppe ausgewählt, auf dem Bildschirm werden alle passenden Artikel angezeigt und die jeweils vorhandenen Chargen mit ihrem dazugehörigen Lagerplatz. Nachdem alle Lagerplätze ausgewählt wurden, ist die Chargen- und Lagerverwaltung für diesen Auftrag abgeschlossen.

Die zweite notwendige Vorbereitung für einen Auftrag ist die Arbeitsschrittverwaltung (siehe Abb: 3.14). Hier können pro Auftrag Templates angelegt werden. In diesen Templates stehen alle Arbeitsschritte in Arbeitsschrittgruppen verteilt und können je nach Bedarf ausgewählt werden, ohne diese immer neu erstellen zu müssen. Um die Arbeitsschrittverwaltung zu vereinfachen, müssen hier die einzelnen Arbeitsschritte in sogenannten Arbeitsschrittgruppen eingeteilt werden. Jede Arbeitsschrittgruppe wird später in der Auftragsübersicht angezeigt und gehört explizit zu einer bestimmten Baugruppe. Das Einteilen in Gruppen ist ein notwendiger Prozessschritt, da sonst jeder einzelnen Arbeitsschritt in den späteren Auftrag eingefügt werden müsste. Die einzelnen Baugruppen werden als Elemente ausgewählt und auf einen IdStick geschrieben. Sie definiert nur eine Anzahl von nacheinander

3 Prozessbeschreibung

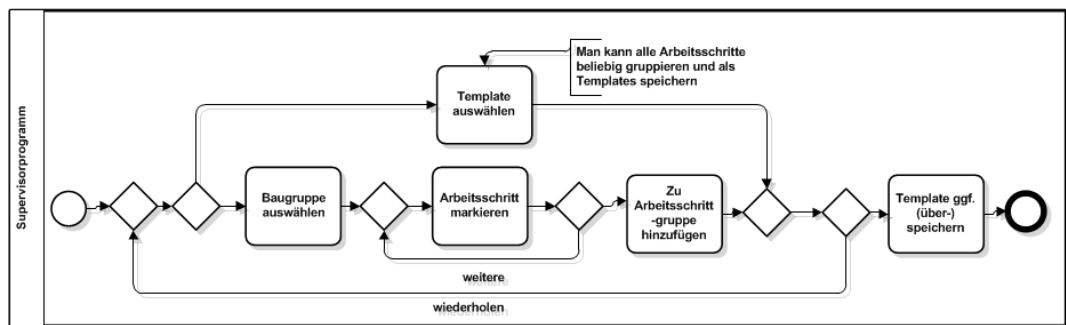


Abbildung 3.14: Arbeitsschrittverwaltung - Für jede Baugruppe kann ein Template gewählt werden, oder die Arbeitsschritte zu einer Arbeitsschrittgruppe zusammengefügt werden.

folgenden Arbeitsschritten und ist noch keine Zuweisung. Je nach Mitarbeiteranzahl und Fertigkeit kann man die Gruppen beliebig klein bzw. groß halten, so dass sie von einem oder mehreren Mitarbeitern ausgeführt werden kann. Sollten bestimmte Arbeitsschritte nur von speziellen Mitarbeitern ausgeführt werden dürfen, so müssen diese hier in einer einzelnen Arbeitsschrittgruppe zusammengefasst werden. Die Zuweisung an den Mitarbeiter erfolgt später in Kapitel 3.2.3.3.

Die Arbeitsschritte für einen Behälter ändern sich so gut wie nie, daher kann ein einmal angelegtes Template meist für die folgenden Aufträge gelten. Dennoch kann dieses Template später temporär für einen Auftrag oder dauerhaft für alle darauffolgenden geändert werden.

3.2.3.3 Supervisorprogramm - Auftragsverwaltung

Tabelle 3.5: Auftragszuweisung und IdStick beschreiben

Supervisorprogramm	Verwaltungsprogramm für die Aufträge
Auftragszuweisung	Arbeitsschrittgruppen werden Arbeitsplätzen und Mitarbeitern zugewiesen
IdStick	Hier wird der aktuelle Auftrag, die Arbeitsschrittgruppen und die Mitarbeiterdaten gespeichert

Wenn ein Auftrag vom Vertrieb in das *ERP* eingepflegt wurde, müssen die Auftragsdaten aus dem ERP exportiert werden. Sobald verfügbar, fügt das Supervisorprogramm den exportierten Auftrag automatisch in seine Auftragsverwaltung ein. Hier werden die notwendigen Informationen des Auftrages für den Supervisor angezeigt: Das Auftragsenddatum,

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

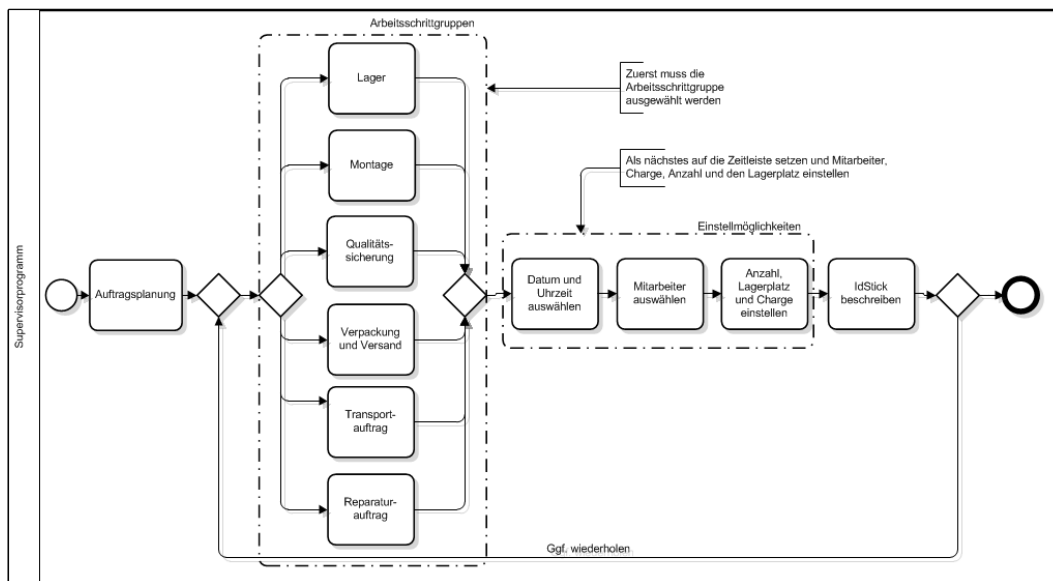


Abbildung 3.15: Auftragszuweisung - Die vorher definierten Arbeitsschrittgruppen werden ausgewählt und auf einer Zeitleiste (siehe Abb: 3.16)) abgelegt. Es erscheint ein Einstellungsfenster, in dem man den Mitarbeiter, die Anzahl, den Lagerplatz und die Chargen auswählt.

die Anzahl und den Auftraggeber. Danach kann die Verteilung der Aufträge auf die einzelnen Arbeitsplätze (siehe Abb: 3.15) stattfinden.

Öffnet der Supervisor den Auftrag in der Auftragsverwaltung, so kann er diesen je nach Auftragsgröße anhand der notwendigen Ressourcen wie Monteure und vorhandenen Artikeln planen und in Losgrößen aufteilen. Es kann auch vorkommen, daß ggf. eine Wochenplanung oder eine Teillieferung geplant werden muss, so können Behälter oder Teile vorgebaut werden, um im Falle eines Auftrages gewisse zeitintensive Arbeiten zu sparen. Beispielsweise wenn der selbst entwickelte Ausfluss des Dispensers, der Tap, zusammengebaut werden muss. So kann dies ebenfalls rechtzeitig in den Arbeitsplan eingefügt werden.

Ist die Aufteilung anhand der Ressourcen erfolgt, so werden die einzelnen, bereits zuvor definierten Arbeitsschrittgruppen nachkontrolliert. Im System sind nun alle notwendigen Daten, wie Anzahl der Artikel, oder Dauer des einzelnen Arbeitsschritts in der Arbeitsschrittgruppe hinterlegt, um die Arbeiten möglichst genau planen zu können. Die Planung für einen oder mehrere Aufträge läuft immer zeitnah und kann tageweise angepasst werden. Sind mehrere Aufträge vorhanden, werden diese farblich gekennzeichnet im Supervisorprogramm hinterlegt. So kann der Supervisor auf Wunsch seine Aufträge so weit vorplanen, wie es ihm sinnvoll erscheint.

3 Prozessbeschreibung

Wie in Abbildung 3.16 zu erkennen, sind als Beispiel das Lager, die Qualitätssicherung und ein Montagearbeitsplatz mit Arbeitsschrittgruppen für den Bau eines Behälters hinterlegt. Die grauen Leisten entsprechen einem Arbeitsplatz in Abhängigkeit der Zeit. Zur besseren Verdeutlichung wurde hier nur der Bau eines Behälters gewählt. Wie in diesem Beispiel zu sehen, ist für die Arbeitsschrittgruppe "BG Baugruppe vorbereiten" die Anzahl 12 gewählt. Anhand der Balkengröße kann man nun ebenfalls erkennen, das man für die Vorbereitung von 12 Deckeln knapp 30 Minuten benötigt. Ist der Deckel vorbereitet, kann Monteur Zwei mit der Montage beginnen. Ist nun die Vorbereitung für den Außenbehälter abgeschlossen, so kann ebenfalls mit der Montage des Behälters sowie kurz darauf mit der Vereinigung des Innenbehälters mit dem Außenbehälter und dem Deckel, genannt Hochzeit, weitergemacht werden. Der letzte Arbeitsschritt beinhaltet die Endmontage am Qualitätssicherungsarbeitsplatz.

Durch diese genaue und übersichtliche Art der Planung können mehrere Aufträge

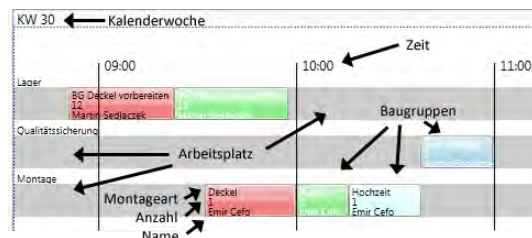


Abbildung 3.16: *Arbeitsgruppenzuweisung* - Hier auf der Zeitleiste werden die Arbeitsschrittgruppen abgelegt. Man kann die eingestellten Informationen wie Monteur, Anzahl und Gruppe darauf ablesen.

auf verschiedene Arbeitsplätze verteilt werden. Außerdem kann der Supervisor so schnell und effektiv in den Arbeitsablauf eingreifen, er bemerkt auf den ersten Blick, wo es zu Engpässen oder Ablaufschwierigkeiten kommt bzw. kommen kann. Da die Montage in regelmäßigen Abständen neues Material benötigt und Chargen ausgehen oder defekt sein können, so ist ein reibungsloser Arbeitsablauf gewährleistet.

Sind die Tages- bzw. Wochenplanungen erledigt, so beschreibt der Supervisor nun für jede in der Zeitleiste platzierte Arbeitsschrittgruppe einen *IdStick* und verteilt diese an die jeweiligen Arbeiter. Dieser Stick wird benötigt, um die Auftrags- und Arbeitsschrittdaten auf die Arbeitsplätze zu verteilen. Es werden alle für den geplanten Arbeitsablauf benötigten Daten für eine Baugruppe geschrieben und er dient dem Mitarbeiter zur Identifikation, sowie anhand des Displays auf dem *IdStick* weiß der Mitarbeiter, welchen Arbeitsplatz er aufzusuchen hat.

Nach erfolgreichem Ausführen oder am Ende eines Arbeitstages werden die bestätigten Arbeitsschritte, auch wenn der Auftrag nicht vollständig ausgeführt wurde, der Arbeitsschrittgruppe wieder auf den *IdStick* zurückgeschrieben. Diese werden an den Supervisor zurückgegeben und zur Kontrolle der bisherigen Planung und ausgewertet.

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

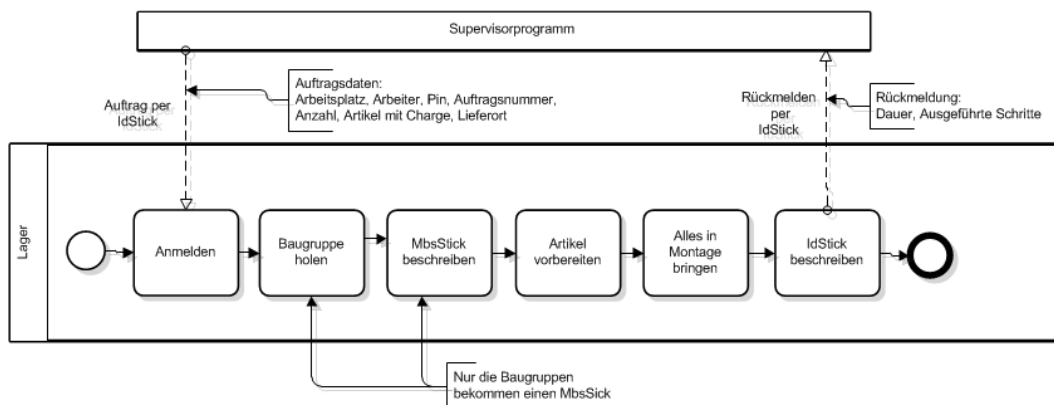


Abbildung 3.17: Lager - Der Lagerist bereitet alle ihm im Auftrag zugewiesenen Baugruppen und Waren vor und bringt diese dann in die Montage zu den Montagelagerplätzen.

3.2.3.4 Lager - Arbeitsvorbereitung

Tabelle 3.6: Arbeitsvorbereitung und MbsStick beschreiben

Lager	Arbeitsvorbereitung / Assemblierung
IdStick	Authentifizierung anhand der gespeicherten Benutzerdaten, aktuelle Arbeitsschritte, sowie Rückmelden der durchgeführten Arbeitsschritte
MbsStick	Montagebegleitscheinersatz mit allen Baugruppen und Artikeln der zugehörigen Baugruppe des Behälters

Im Lager (siehe Abb: 3.17) meldet sich der Lagerist mit einem *IdStick* an, indem er einen Pin eingibt, um sich zu authentifizieren. Im Hintergrund findet eine Prüfung statt, ob der Benutzer versucht sich an der richtigen Arbeitsstation anzumelden. Des Weiteren haben die *IdSticks* eine begrenzte Gültigkeit, um Missbrauch zu vermeiden. Ist der Benutzer erfolgreich am System angemeldet, so bekommt er sofort den ersten Arbeitsschritt zu sehen. Außerdem werden noch einige Detailinformationen zum Auftrag sowie die benötigten Teile angezeigt (siehe Abb: 3.18).

Der Auftrag auf dem *IdStick* ist so strukturiert, dass der Mitarbeiter zuerst die ihm zugewiesene Baugruppe vorbereitet und für jede Baugruppe einen *MbsStick* beschreibt. Da wir dezentral arbeiten, und im Verlauf des Prozesses alle notwendigen Informationen wie Artikel (ohne Chargeninformationen, die folgen später) und Auftragsdaten für jeden Behälter abrufbar benötigen, sind diese auf dem *MbsStick* gespeichert. Nach erfolgreichem Beschreiben werden die *MbsSticks* an der jeweiligen Baugruppe befestigt. Sind alle Teile der

3 Prozessbeschreibung

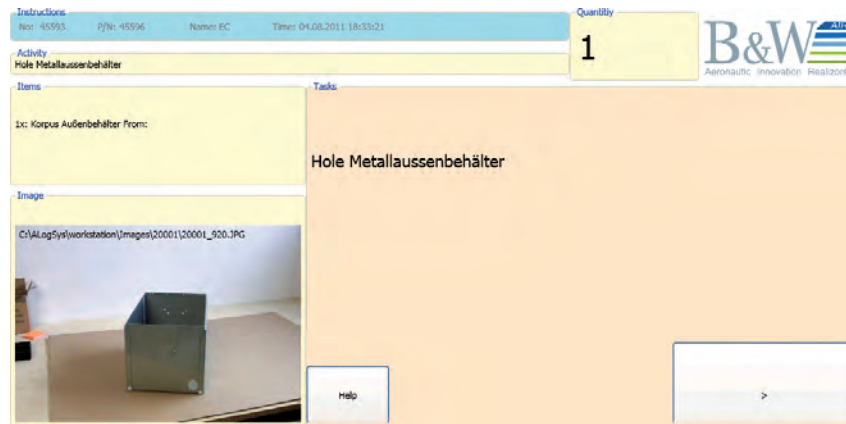


Abbildung 3.18: Screenshot des Lager

Baugruppe vorbereitet, so müssen weitere Artikel vorbereitet werden, wie Schrauben, Isolierung, Dichtungen etc. Diese Informationen sind alle auf dem *IdStick* gespeichert. Ebenso der Lagerplatz in der Montage, an den vorbereiteten Artikel und die Baugruppe gebracht werden müssen.

Ist der Vorgang abgeschlossen, so beendet der Lagerist den Prozess des Vorbereitens, indem er seinen *IdStick* erneut beschreibt. Hier wird nun gespeichert, wie lange er für den jeweiligen Arbeitsschritt benötigt hat, sowie ob er alle notwendigen Schritte ausgeführt hat. Dies ist notwendig, damit der Supervisor im Supervisorprogramm eine Rückmeldung bekommt, ob die von ihm zugewiesenen Arbeiten ausgeführt wurden, und ob seine Planung korrekt ist, oder nachgeplant werden muss. Die Speicherung der Dauer der einzelnen Arbeitsschritte mitzuspeichern bringt den Vorteil, dass man für jeden Mitarbeiter ein eigenes Zeitprofil erstellen kann. Dies kann unter Umständen zu Datenschutzrechtlichen Problemen führen. In unserem Fall werden alle Daten gespeichert, um die Leistungsfähigkeit des Systems zu demonstrieren. Die Speicherung kann auf Wunsch deaktiviert werden.

3.2.3.5 Montage

Wie schon in der Auftragsverwaltung 3.2.3.3 erwähnt, beginnt der Prozess stets mit dem Beschreiben des *IdSticks* beim Supervisor. Sind alle für den Auftrag wichtigen Daten (u.a. die bereits erwähnten Chargeninformationen) auf den Stick geschrieben, so kann sich der Benutzer analog wie im Lager anmelden.

Die Screens (siehe Abb: 3.20) unterscheiden sich kaum zwischen Lager und Montage.

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

Tabelle 3.7: Montage mit IdStick und MbsStick

Montage	Montage der Baugruppen
IdStick	Authentifizierung anhand der gespeicherten Benutzerdaten, aktuelle Arbeitsschritte, sowie Rückmelden der durchgeführten Arbeitsschritte
MbsStick	Wird mit den verbauten Chargen und erledigten Arbeitsschritten beschrieben

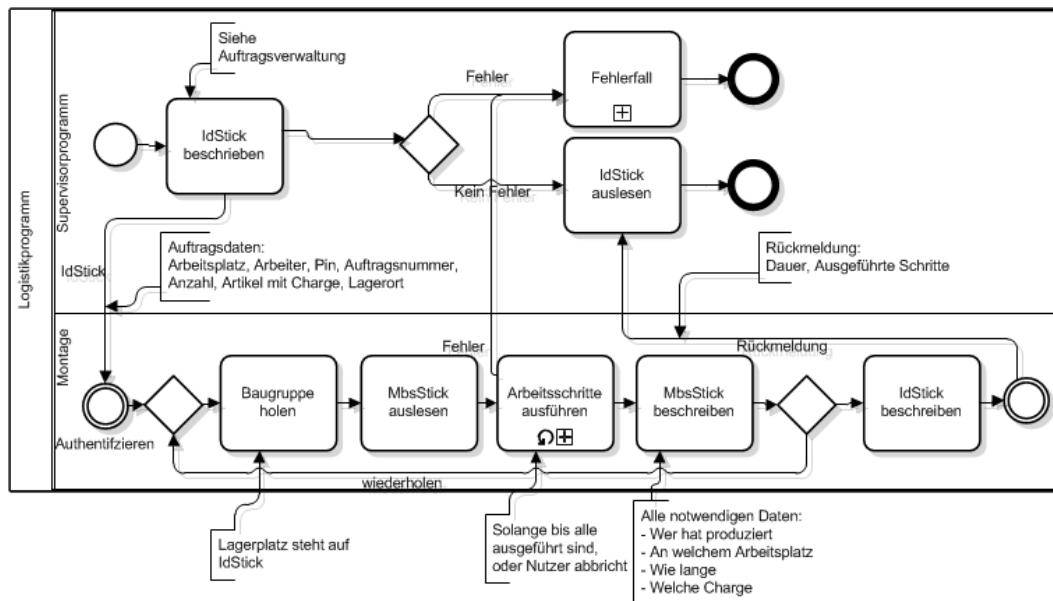


Abbildung 3.19: Montage - Der Supervisor beschreibt den IdStick mit allen relevanten Informationen. Der Monteur stellt die ihm angezeigte Baugruppe bereit und beginnt nach dem Einlesen des MbsStick mit den Arbeitsschritten. Im Fehlerfall muss der Supervisor eingreifen. Sind alle Arbeitsschritte ausgeführt, wird der Auftrag mit dem IdStick zurückgemeldet.

Hier bekommt der Monteur zwei weitere Informationen in kleinen Bereichen auf seiner grafischen Oberfläche eingeblendet. Der Monteur kann ggf., sofern es für den aktuellen Arbeitsschritt notwendig ist, Warnhinweise und benötigtes Werkzeug angezeigt bekommen. Nach erfolgreichem Authentifizieren am Montagearbeitsplatz, erfolgt der erste Schritt, das Bereitstellen der Baugruppe von einem Montagelagerplatz (siehe Abb: 3.19). Dieser Lagerort wurde vom Supervisor in der Auftragsverwaltung auf den IdStick geschrieben und wird nun dem Mitarbeiter auf dem Bildschirm angezeigt. Nachdem er die Baugruppentteile geholt hat, muss er den angehängten MbsStick in das System einlesen. Hier sind alle notwendigen Informationen gespeichert, welche Artikel in welchem Arbeitsschritt verbaut

3 Prozessbeschreibung

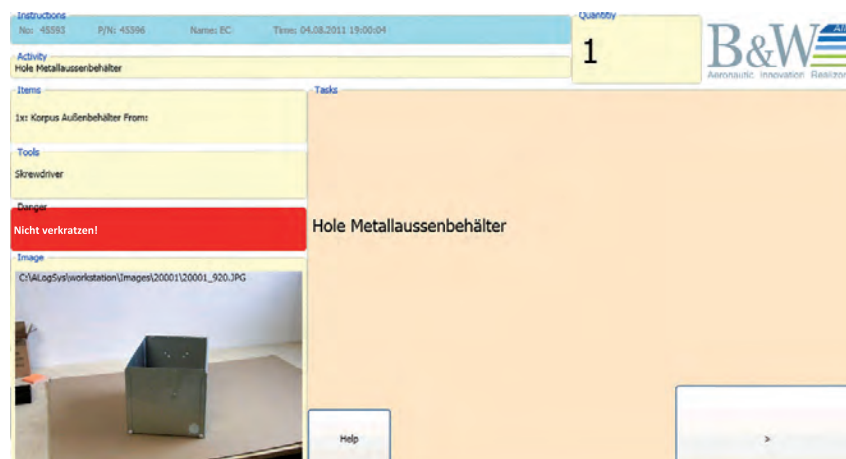


Abbildung 3.20: Screenshot der Workstation

werden sollen, sowie welche Arbeitsschritte zu erledigen sind. Ist der *MbsStick* eingelesen, so beginnt der Mitarbeiter die Arbeitsschritte durchzuführen.

3.2.3.5.1 Montage - Arbeitsschritte

Tabelle 3.8: Arbeitsschrittausführung und Fehlerfall mit *IdStick*

Montage - Arbeitsschritte	Ausführung der Arbeitsschritte
IdStick	Sollte bei der Durchführung der Arbeitsschritte etwas nicht stimmen, so wird ein <i>IdStick</i> mit Fehlerfall generiert

Wie in Abbildung 3.21 zu sehen, müssen immer zuerst die Anweisungen auf dem Bildschirm befolgt werden: Eventuell sind spezielle Werkzeuge zu benutzen oder es gibt einen Warnhinweis zu beachten. Es müssen auch alle benötigten Materialien einer kurzen Sichtprüfung unterzogen werden. Sind alle Waren optisch und technisch in Ordnung, kann mit der Montage, bzw. den einzelnen Arbeitsschritten, begonnen werden. Diese werden so lange durchgeführt, bis alle auf dem *MbsStick* gespeicherten Schritte abgearbeitet wurden. Sollten während der Montage Unregelmäßigkeiten auftreten, sowohl beim Bau als auch bei den Materialien, muss zwingend der Supervisor benachrichtigt werden. Dieser muss dann anhand der Lage entscheiden, welche der folgenden Maßnahmen ergriffen wird:

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

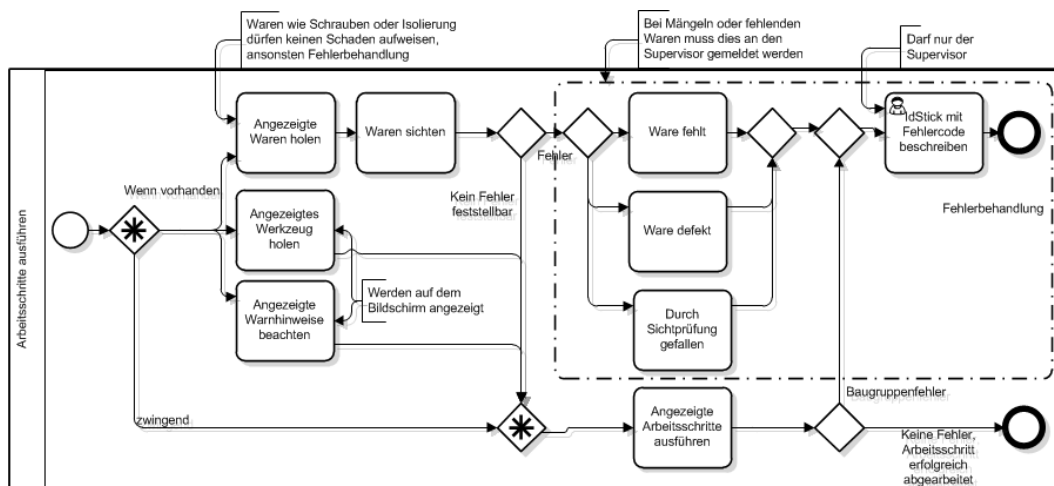


Abbildung 3.21: Montagearbeitsschritte - Wenn vorhanden, werden die notwendigen Informationen wie Gefahrenhinweise, Waren oder Werkzeuge eingeblendet und die Arbeitsschritte ausgeführt. Sollten im Prozess an einer Stelle Mängel auftreten, muss der Supervisor gerufen werden. Dieser beschreibt einen IdStick mit dem aufgetretenen Fehler und behandelt diesen (Kapitel 3.2.3.6).

Sollte ein Bauteil oder eine Ware defekt sein oder Mängel aufweisen, werden diese aussortiert und ggf. nachbeschafft. Dabei muss der Qualitätsmanagementbeauftragte benachrichtigt werden. Der Fehler-IdStick kann nur der Supervisor beschreiben, indem er sich per Passwort mit dem beschriebenen Fehler-IdStick identifiziert. Nun kann er am Supervisorprogramm die Fehlerbehandlung (Kapitel 3.2.3.6) starten.

Sind, wie in Abbildung 3.19 zu sehen, alle Arbeitsschritte für die gerade bearbeitete Baugruppe erledigt, so wird nun der MbsStick mit den ausgeführten Arbeitsschritten und verbauten Chargen für diese Baugruppe beschrieben. Dies ist notwendig, aufgrund des dezentralen Systems, um alle Informationen zu jedem Zeitpunkt im Montageprozess verfügbar zu haben. Es muss aus Gründen der Qualitätssicherung immer nachvollziehbar sein, welcher Mitarbeiter an welchem Arbeitsplatz welche Baugruppe um welche Uhrzeit mit welcher Charge verbaut hat. Sind nun alle dem Monteur zugewiesenen Baugruppen produziert, wird der erledigte Auftrag auf den IdStick zum Rückmelden für den Supervisor, zurückgeschrieben und ihm zur Auswertung vorgelegt.

3 Prozessbeschreibung

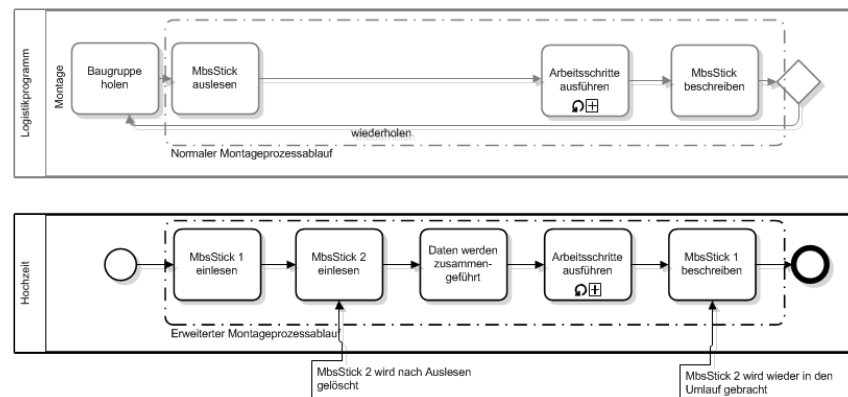


Abbildung 3.22: Hochzeit - Erweiterter Montageprozessablauf um zwei Prozesse: Weiteren MbsStick auslesen und Daten zusammenführen.

3.2.3.5.2 Hochzeit

Tabelle 3.9: Hochzeit und MbsStick zusammenführen

Hochzeit	Zusammenführen der Baugruppen und der Montagebegleitscheine
MbsStick	Beide MbsSticks werden ausgelesen und auf einen zusammengeführt.

Bei der Verheiratung des Innen- und Außenbehälters müssen die Montagebegleitscheindaten aus den MbsSticks zusammengeführt werden (siehe Abb: 3.22). Der analoge Prozess im Catering stellt das Füllen der Trolleys oder Standard Units mit Tablets, Einschüben oder den B&W Isolierbehältern dar (siehe Abb: 3.4).

Zuerst wird der erste *MbsStick* (hier: Außenbehälter) eingelesen, danach folgt der zweite *MbsStick* (hier: Innenbehälter) und die Daten werden vom Programm zusammengeführt, so dass es nur noch ein *MbsStick* existiert. Aufgrund der Datenstruktur ist dies ohne weiteres möglich. Die Arbeitsschritte werden dann wie in Kapitel 3.19 weitergeführt.

Am Ende des Montageprozesses, wird der zusammengeführte *MbsStick* auf den *MbsStick* 1 (hier: Außenbehälter) geschrieben. Somit sind die Bauinformationen aus beiden Behältern verbunden. Der zweite *MbsStick* ist nun nicht mehr notwendig und kann in den normalen Arbeitsfluss zurückgeführt und neu beschrieben werden.

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

Tabelle 3.10: Fehlerfall auf IdStick beschreiben und an ERP rückmelden

Fehlerfall	Fehler wird ausgewertet und darauf reagiert
IdStick	Wurde mit Fehlerfall am Montagearbeitsplatz beschrieben
ERP	Rückmeldungen zwecks Lagerbestand und Status des Auftrages im Fehlerfall

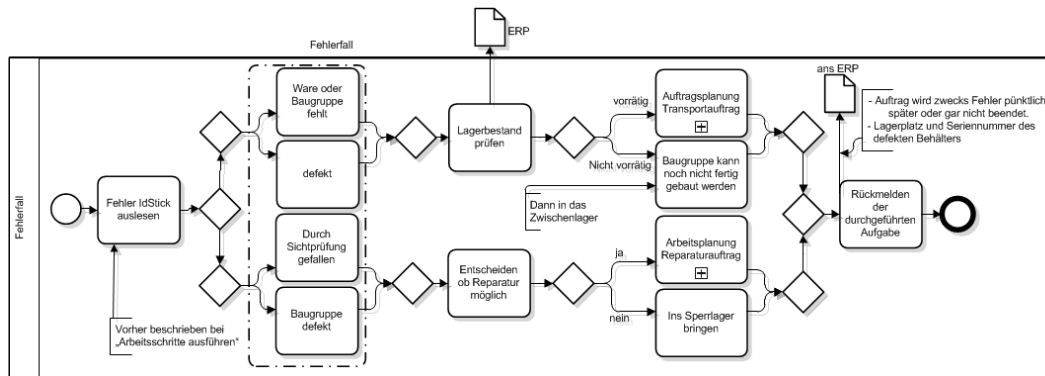


Abbildung 3.23: Fehlerfall - Je nach Fehlerfall muss der Supervisor handeln. Kann eine Reparatur durchgeführt werden, muss er ein Reparaturauftrag starten oder die Waren ins Sperrlager bringen. Sollten Waren defekt sein oder fehlen, müssen diese sofern vorrätig in die Montage transportiert oder in ein Zwischenlager gebracht werden.

3.2.3.6 Fehlerfall

Um einen entstandenen Fehlerfall abzuarbeiten, muss der Supervisor den im Prozessschritt vorher beschriebenen *IdStick* an seinem Arbeitsplatz, dem Supervisorprogramm, auslesen. Je nach Fehlerfall gibt es zwei Möglichkeiten für das weitere Vorgehen (siehe Abb: 3.23):

Bei einem Fehlerfall, wie “durch Sichtprüfung gefallen” oder “Baugruppe defekt”, muss der Supervisor mit dem Qualitätsmanagementbeauftragten entscheiden, ob der Behälter oder einzelne Baugruppenelemente repariert werden können oder nicht. Kann er repariert werden, muss ein Reparaturauftrag geplant werden. Sollte eine Reparatur wirtschaftlich nicht sinnvoll sein, so müssen Behälter oder Baugruppen ins Sperrlager. Diese Entscheidungen wird durch den Qualitätsmanagementbeauftragten getroffen, denn er trägt die Verantwortung, sollte der Behälter die Produktion optisch oder technisch beschädigt durchlaufen und unnötig Ressourcen verbrauchen. Außerdem müssen alle getroffenen Maßnahmen penibel dokumentiert werden.

Die zweite Möglichkeit bei einem Fehlerfall erfordert es, den Lagerbestand im *ERP* nach-

3 Prozessbeschreibung

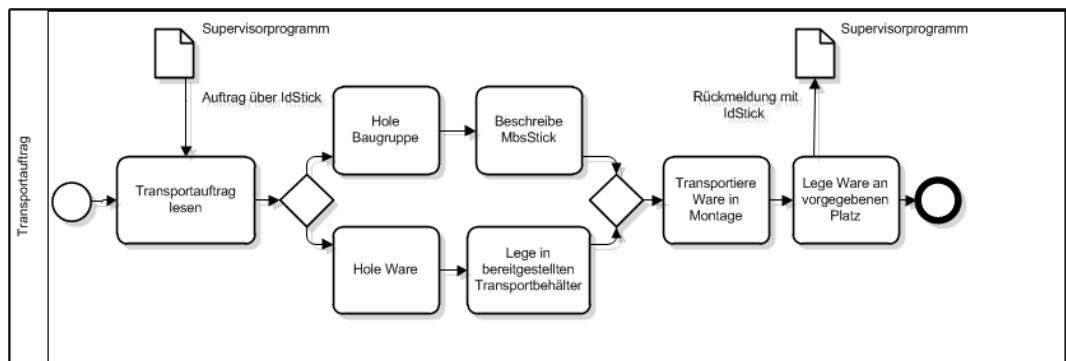


Abbildung 3.24: Transportauftrag Lager - Der Ablauf ist identisch mit dem normalen Lagerablauf. Die Ware oder Baugruppe wird geholt, ggf. der MbsStick beschrieben und in die Montage transportiert.

zuprüfen. Sollte eine Ware fehlen, oder defekt sein, so muss diese, sofern im Lager vorhanden, vom Lagerarbeiter in Form eines Transportauftrages an den jeweiligen Montagelagerplatz nachgeliefert werden. Ist die Ware nicht mehr vorrätig, so kann dieser Behälter zum derzeitigen Zeitpunkt nicht fertig gebaut werden und muss somit in das Zwischenlager, bis die nötigen Waren nachbeschafft wurden.

Da die Baugruppen immer einen *MbsStick* angehängt haben, kann später eine einfache Identifizierung im Zwischen- oder Sperrlager erfolgen und die Baugruppe kann dem jeweiligen Auftrag sofort wieder zugeordnet werden, da alle notwendigen Auftragsinformationen darauf gespeichert sind. Am Ende des Fehlerfallprozesses, müssen die Daten an das *ERP* zurückgemeldet werden. Die Rückmeldung beinhaltet je nach Fehlerfall, den Lagerplatz und die Seriennummer des defekten Behälters, oder eine Informationen über eine eventuelle Verzögerung des Auftrages.

3.2.3.7 Transportauftrag

Tabelle 3.11: Transportaufträge über IdStick

Transportauftrag	Holen der Waren oder Baugruppen
IdStick	Authentifizierung anhand der gespeicherten Benutzerdaten, aktuelle Arbeitsschritte, sowie Rückmelden der durchgeführten Arbeitsschritte

Der Transportauftrag wird, wie jeder andere Auftrag auch, vom Supervisor angestoßen (siehe Abb: 3.24). Dies kann durch einen Fehlerfall passieren, indem eine fehlende Ware

oder Baugruppe nachgeliefert werden muss, oder im Rahmen der Vorrausplanung bei einem Chargenwechsel. Sollten für einen kompletten Auftrag nicht mehr genügend Chargen zur Verfügung stehen, kann der Supervisor in der Auftragsplanung den Chargenwechsel-Transportauftrag für eine weitere Charge zu dem Zeitpunkt anlegen, kurz bevor die Charge ausgehen wird. Dies ist durch die zeitlich genaue Auftragsplanung möglich.

Der Transportauftrag läuft analog wie ein normaler Lagerauftrag ab. Der Lagerist meldet sich mit seinem *IdStick* an der Arbeitsstation an und bekommt den Transportauftrag auf dem Bildschirm angezeigt. Beinhaltet der Transportauftrag eine Baugruppe, so wird diese von ihrem entsprechenden Lagerplatz geholt und ein neuer *MbsStick* dafür beschrieben. Sollte der Auftrag nur eine Ware beinhalten, so wird diese ebenfalls von ihrem Lagerplatz geholt und in einen bereitgestellten Transportbehälter gelegt. Anschließend werden die Waren in die Montage an ihren, vom Supervisor vorgegebenen, Montagelagerplatz gelegt. Zuletzt wird wieder der *IdStick* beschrieben und dem Supervisor zur Auswertung vorgelegt.

3.2.3.8 Reparaturauftrag

Tabelle 3.12: *Reparaturaufträge über IdSticks und MbsSticks. Auswertung in Supervisorprogramm*

Reparaturauftrag	Identischer Ablauf wie bei der Montage
IdStick	Authentifizierung anhand der gespeicherten Benutzerdaten, aktuelle Reparaturarbeitsschritte, sowie Rückmelden der durchgeführten Arbeitsschritte
MbsStick	Rückschreiben der geänderten Artikeln oder Baugruppen
Supervisorprogramm	Fehler auswerten und beheben

Kommt es im Verlauf des Prozesses, durch ein fehlerhaftes Bauteil, durch physischen Schaden oder durch nicht ordnungsgemäß durchgeführte Arbeitsschritte, zu einer notwendigen Reparatur, muss ein Reparaturauftrag ausgeführt werden (siehe Abb: 3.25).

Nach dem erfolgreichen Authentifizieren am Reparaturarbeitsplatz, wird zuerst die Baugruppe aus dem Sperr- oder Zwischenlager geholt. Notwendige Bauteile und Arbeitsschritte zur Reparatur wurden zuvor, vom Supervisor auf dem *IdStick* hinterlegt. Daraufhin folgt die Anzeige der Arbeitsschritte, die durchzuführen sind, um die Reparatur abzuschließen. Der Ablauf ist analog zu Kapitel 3.2.3.5.1. Sollte es während der Durchführung einzelner Arbeitsschritte erneut zu Fehlern oder Defekten kommen, so ist wie gehabt eine Rückmeldung an den Supervisor nötig.

3.2 Endmontageprozessbeschreibung

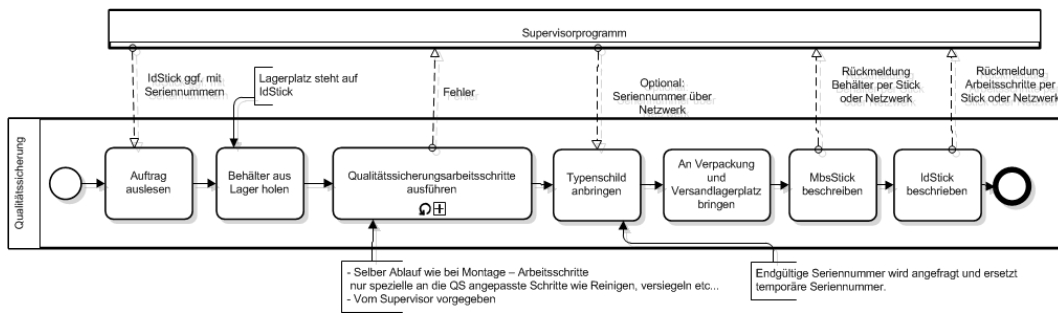


Abbildung 3.26: Qualitätssicherung - Die Qualitätssicherungsarbeitsschritte werden analog zu den Montagearbeitsschritten ausgeführt. Am Ende der QS wird das Typenschild angebracht, mit der vom Supervisorprogramm vorgegebenen, endgültigen Seriennummer.

da er die Verantwortung für die vollständige Auslieferung und Weitergabe des Auftrags an den Transporteur trägt.

Im Prozessablauf bei B&W, steht die Qualitätssicherung für die Endmontage, bzw. die letzte Kontrolle der Behälter, bevor diese verpackt und versendet werden. Die Netzwerkanbindung ist optional, darüber kann dem Behälter eine endgültige Seriennummer zugewiesen werden. Diese kann beim Supervisorprogramm über das Netzwerk angefordert werden. Der normale dezentrale Ablauf sieht aber vor, die Seriennummern über den zuvor beschriebenen IdStick zu übertragen. Die Qualitätssicherung kann bei B&W ein Monteur übernehmen, da es hier einige weitere spezielle Schritte und Tests an den Behältern geben muss, bevor diese ausgeliefert werden können.

Zuerst meldet sich der Monteur am Qualitätssicherungsarbeitsplatz mit seinem vom Supervisor beschriebenen *IdStick* an und authentifiziert sich (siehe Abb: 3.26). Danach bekommt er angezeigt, in welchem Lager bzw. auf welchem Lagerplatz sich der Behälter befindet, den er testen soll. Nun müssen alle dargestellten Arbeitsschritte, äquivalent zu den Montagearbeitsschritten, durchgeführt werden. Zusätzlich werden hier spezielle Schritte angezeigt, die nur für diesen Arbeitsplatz gelten, wie „Reinigen“, „Dichtigkeitstest“, „Funktionsstests“, „Versiegeln“, „Temperaturtests“ und eine endgültige Sichtkontrolle. Sollten bei einem dieser Schritte Fehler auftreten oder ein Test nicht bestanden werden, erfolgt die Abarbeitung des Fehlers analog zu den Montagearbeitsschritten inklusive Fehlerbehandlung, sofern nötig. Im Normalfall, wird nach erfolgreichen Ausführen der Qualitätssicherungsarbeitsschritte das Typenschild angebracht. Sollten einige Behälter während der Montage aufgrund von Fehlern nicht produziert werden können, würden die endgültigen Seriennummern nicht fortlaufend sein. Die fortlaufenden Seriennummern sind aber Teil des Kundenauftrages, und um eine nicht fortlaufende Nummerierung zu vermeiden, wird bis zu diesem

3 Prozessbeschreibung

Zeitpunkt mit internen, temporären Seriennummern gearbeitet. Erst jetzt wird die endgültige Seriennummer an den Isolierbehälter vergeben, die ihm zuvor vom Supervisor zugewiesen wurde und über den *IdStick* oder optional über das Netzwerk übertragen.

Zum Abschluß des Prozessablaufes werden die kontrollierten und mit einem Typenschild versehenen Behälter an den Verpackung und Versandlagerplatz gebracht.

Danach erfolgt das Beschreiben des MbsSticks und des IdSticks. Die Rückmeldung der Sticks erfolgt genauso wie bei jeder anderen Arbeitsstation, per Rückgabe des jeweiligen IdSticks an den Supervisor zur Auswertung.

Die MbsSticks können optional über die Netzwerkverbindung direkt an das Supervisorprogramm zurückgemeldet werden, um einen direkten Auftragsabgleich durchzuführen, sowie die Seriennummer kann direkt über das Supervisorprogramm bezogen werden. Aufgrund der Dezentralität wurde auf diese Optionen bei B&W verzichtet und die Daten müssen anderweitig zurückgemeldet werden.

3.2.3.10 Supervisorprogramm - Rückmeldung

Tabelle 3.14: Auftrag rückmelden über IdStick

Rückmeldung	Liest Sticks aus und meldet Auftragsstatus an ERP zurück
IdStick	Rückmelden der durchgeführten Arbeitsschritte eines Mitarbeiters
MbsStick	Rückmelden des kompletten Behälters inklusive aller Montagebegleitdaten
ERP	Aktualisierter Auftragsstand wird zurückgemeldet

Im letzten Prozessschritt des Montageablaufes (siehe Abb: 3.27) werden zuerst die *IdSticks* ausgelesen und die Auftragsverwaltung aktualisiert. Dieser Vorgang geschieht automatisch und der Supervisor erkennt sofort bei der Auftragsverwaltung nach dem Einlesen, wie weit sein geplanter Auftrag fortgeschritten ist.

Ist ein Qualitätssicherungsauftrag abgeschlossen, werden alle MbsSticks ausgelesen und die Daten im Supervisorprogramm zwischengespeichert. Die Rückmeldung an das *ERP* kann beliebig oft erfolgen, entweder pro Behälter oder nach einer vordefinierten Anzahl. Im Endmontageablauf wird der komplette Auftrag bzw. der vorher aufgeteilte Teilauftrag erst dann zurückgemeldet, sobald er komplett abgeschlossen ist.

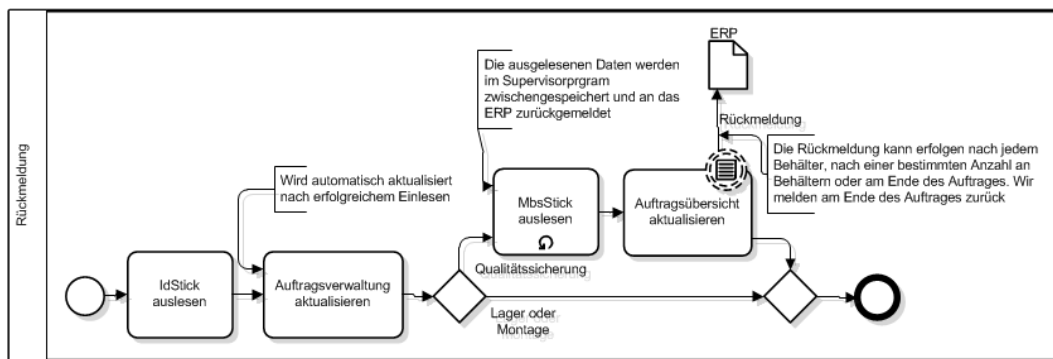


Abbildung 3.27: Rückmeldung - Die IdSticks werden ausgelesen und die Auftragsverwaltung aktualisiert sich automatisch. Am Ende der Qualitätssicherung wird der MbsStick ausgelesen und nach vorher definierter Anzahl fertiger Behälter an das ERP zurückgemeldet.

Sind alle Behälter erfolgreich produziert und zurückgemeldet, kann das ERP einen Verpackungs- und Versandauftrag generieren.

3.3 Anforderungen

3.3.1 Allgemein

Während der Forschungsprojekte und dieser Diplomarbeit aus denen das Logistiksystem entstanden ist, wurden viele Anforderungen an das System gestellt und der Ablauf definiert. Einige werden hier näher erläutert und mit Beispielen (Kapitel 3.3.2) erklärt. Eine detaillierte Liste aller wichtigen Requirements, passend zur Ausarbeitung, sind dem Appendix zu entnehmen.

Die entstandenen Requirements wurden wie in der Luftfahrt üblich, in vier Gruppen klassifiziert:

- *Top Level Requirements*
Anforderungen auf höchster Ebene, welche die Zielvorgaben des zu entwickelnden Systems bestimmen.
- *Functional and Operational Requirements*
Anforderungen an die Funktion und Aufgaben des Systems.
- *System Requirements*
Anforderungen an das System.

3 Prozessbeschreibung

- *Technical Requirements*

Anforderungen an einzelne technische Komponenten im System.

Alle erfassten Requirements gehen über den gesamten Ablauf vom Caterer über den Transporteur zur Airline und wieder zurück. Für die Ausarbeitung wurden die in der Diplomarbeit notwendigen, mitentwickelten, zum Thema passenden Requirements gewählt und im einzelnen erläutert. Es wird bei den Erklärungen auf beide Sichtweisen (Logistiksystem / Caterer) eingegangen.

Die näher zu betrachtenden *Top Level Requirements* und die *System Requirements*, wurden anhand ihrer Wichtigkeit priorisiert, um die Bedeutsamkeit der einzelnen Anforderungen hervorzuheben:

- Hard Requirement
- Soft Requirement

Die Anforderungen werden in "Hard Requirements" und "Soft Requirements" gegliedert, wobei die Hard Requirements absolut notwendig, wichtig und unabdingbar für das Projekt sind und daher direkt eingearbeitet werden müssen. Die Soft Requirements sind zwar ebenso notwendig, aber in der Wichtigkeit tiefer eingestuft. Sie müssen während der Projektphase bedacht, aber nicht sofort umgesetzt werden.

Im Folgenden werden einige der gezeigten Anforderungen exemplarisch kurz erklärt.

3.3.1.1 Top Level Requirements

Die *Top Level Requirements* (siehe Tab: 3.15) sind Anforderungen auf höchster Ebene. Diese gelten für das komplette System und müssen unbedingt in der Planungsphase beachtet werden.

Einige der Requirements, wie "Einfache Handhabung" oder "Leichte Einführbarkeit" sind unabdingbar für die meisten Projekte und daher ist eigentlich keine extra Erwähnung nötig. Dennoch müssen diese allgemeinen Anforderungen explizit mit in die Analyse eingeplant werden, um für das Thema zu sensibilisieren.

Im Folgenden wird ein Teil der *Top Level Requirements* in Tabelle 3.15 dargestellt und erläutert.

Informationslücken schließen - Um die identifizierten Brüche in der Informationskette zu

TOP LEVEL REQUIREMENTS		
Requirement	Beschreibung	Prio
Informationslücken schließen	Vorhandene Lücken im Informationsfluss sollen geschlossen werden	H
geringe Ablaufsänderung	Prozessabläufe sollen möglichst unverändert bleiben	H
Modularität	Konzept soll modular aufgebaut sein	H
Einfache Handhabung / Bedienung	Die Bedienung der Geräte soll ohne große Einlernzeit intuitiv möglich sein	H
Flexibler Einsatz	Das System soll in eine Gesamtlösung integrierbar sein	S
Eigenständigkeit / autarkes System	Das System soll eine Stand-Alone-Lösung darstellen	S
Integration / Installation	Die Integration der Konzeptlösung soll ohne großen Installationsaufwand durchführbar sein	S

Tabelle 3.15: Alle Top Level Requirements

schließen, müssen die veralteten oder gar nicht existenten Schnittstellen zwischen den verschiedenen Teilnehmern des Prozessablaufes geschlossen werden. Unter anderem, können Daten mit Hilfe des dezentralen Sticks durch alle Bereiche (Caterer/Transporteur/-Crew) in einem geschlossenen Datenfluss geführt werden und sind immer existent, auch ohne zentralen Datenserver.

Geringe Ablaufänderung - siehe Kapitel 3.3.2.1

Modularität - Der Prozessablauf bei einem Caterer erfolgt teilweise in elektronischer Form oder teils papierbasiert. Der Arbeitsbereich umfasst mehrere Abschnitte mit teils großen Flächen, sowie hat jeder Caterer andere Gegebenheiten, die in seinem schon vorhandenen Prozessablauf abgedeckt sind. Um das System in den vorhandenen Ablauf zu integrieren, muss dies auf viele verschiedene Umstände eingehen können. Durch die Modularität kann z.B. der Datentransfer entweder über einen IdStick geschehen oder über das Netzwerk, es können RFID Tags oder Barcodes zum Identifizieren benutzt werden. Die bisherigen Abläufe sollen sich nicht anpassen müssen, sondern das System sollte sich an die Gegebenheiten durch verschiedene Module anpassen. Des Weiteren können durch die Modularität neue Techniken einfach integriert werden.

3 Prozessbeschreibung

Im Logistiksystem wird versucht, sämtliche Möglichkeiten die im Ablauf bei einem Caterer vorkommen können, in Betracht zu ziehen und verschiedene Lösungsmöglichkeiten anzubieten.

Einfache Handhabung / Bedienung - Die Programme sollen möglichst einfach zu bedienen sein. Idealerweise beschränkt auf eine übersichtliche Ansicht mit wenig Interaktionsmöglichkeiten. Der Benutzer soll keine große Freiheit bei der Abarbeitung der Arbeitsschritte bekommen, sondern strikt durch die Abläufe geführt werden.

Dies gilt sowohl für die Software der Caterer als auch für das Logistikprogramm.

Flexibler Einsatz - Unter anderem soll durch die Modularität gewährleistet werden, dass das System in eine Gesamtlösung integrierbar ist. Es sollen einzelne Module wegfallen oder neue Module flexibel integriert werden können. Alternativ soll das System eine Gesamtlösung darstellen, um alle möglichen Bereiche im Prozessablauf abzudecken.

Das Logistiksystem wird als Gesamtlösung dargestellt, aber über diverse Schnittstellen flexibel an schon vorhandene Teillösungen anpassbar sein.

Auf den Sticks des Logistiksystems sind ebenfalls alle Auftrags- und Inhaltsdaten gespeichert und so zu jeder Zeit abrufbar.

Eigenständigkeit / autarkes System - Das autarke Logistiksystem soll sich durch die vollständige Integration in den Catererprozess auszeichnen. Es können alle anfallenden Aufgaben und die Verwaltung übernommen werden.

In der Endmontage stellt das Logistiksystem eine Stand-Alone-Lösung dar.

Integration/Installation - Ein wichtiger Punkt in der Luftfahrt ist die ausgeprägte Qualitätssicherung und die Zertifizierung. Um das System möglichst einfach integrieren zu können, soll dies ohne großen Installationsaufwand geschehen. Das dezentrale System benötigt kein W-Lan oder eine Netzwerkinfrastruktur. Außerdem werden die Sticks an die schon vorhandenen Trolleys angehängt und in den gegenwärtigen Ablauf integriert. Dieser Punkt ist ein Soft Requirement, da je nach Gegebenheit und vorhandener Infra- und Datenstruktur dennoch ein gewisser Installationaufwand nicht vermieden werden kann.

Durch die Digitalisierung des Endmontageablaufes wurden in Bezug auf bekannte Caterer die Infrastruktur nachgebildet. Es existieren Computer mit Netzwerkanschluß für den Su-

pervisor und das Lager. Die Montagearbeitsplätze hingegeben arbeiten dezentral über die Sticks.

3.3.1.2 Functional and Operational Requirements

FUNCTIONAL AND OPERATIONAL REQUIREMENTS	
Requirement	Beschreibung
Caterer - Kommissionierauftrag	Abgeschlossene Kommissionierschritte sollen elektronisch bestätigt werden
Übergabe - Inventur Quittung	Der Soll-Ist-Vergleich soll über eine Bestätigungsfunktion quittiert werden
Trolleys / CTBs ³ Fluginformation	Relevante Fluginformationen sollen visuell lesbar am Trolley ausgegeben bzw. angezeigt werden

Tabelle 3.16: Ausgewählte Funktionelle und operative Requirements

Die *Functional and operational Requirements* (siehe Tab: 3.16) sind Anforderungen an die Funktion und die Aufgaben des zu entwickelnden Systems. Für die Ausarbeitung wurden einige in der Diplomarbeit mitentwickelte Anforderungen ausgewählt, die in dieser oder ähnlicher Form bereits erwähnt wurden. Diese Anforderungen sind alles Hard Requirements, daher entfällt eine explizite Priorisierung.

Caterer - Kommissionierauftrag - siehe Kapitel 3.3.2.2

Übergabe - Inventur Quittung - Da alle Auftrags- und Warendaten vorhanden sind, kann ein einfacher Soll-Ist Abgleich elektronisch an mehreren Bereichen (Caterer-Transporteur, Transporteur-Crew, Crew-Transporteur, Transporteur-Caterer) stattfinden. So wird die Fehlerquelle Mensch nahezu komplett eliminiert und es gibt keine Brüche im Informationsfluss. Bei der Übergabe der Montageendprodukte zum Verpacken und Versenden werden die Daten erfasst und abgeglichen, ob alle zum Auftrag gehörenden Behälter vorhanden sind.

Trolleys / CTBs⁴ Fluginformation - Da die Sticks an den Trolleys befestigt und mit einem Display ausgestattet sind, sollen je nach Prozessschritt unterschiedliche Informationen angezeigt werden. Beim Caterer zum Beispiel: An welche Rampe kommt dieser Trolley, wel-

⁴Catering Transport Behälter

3 Prozessbeschreibung

che Waren beinhaltet dieser und zu welchem Auftrag gehört er.

Im Fall des Logistiksystems steht auf dem Display welcher Lagerplatz als nächstes ansteht und zu welchem Auftrag er gehört. Die Inhaltsangaben sind auf dem Display nicht notwendig, da das Produkt eindeutig erkennbar ist.

3.3.1.3 System Requirements

SYSTEM REQUIREMENTS			
Requirement		Beschreibung	Prio
Prozesssicherheit	on-Ground	Das System soll mögliche Fehler bei den Kommissionierprozessen minimieren	H
Kontrollmöglichkeit		Die Catering Mitarbeiter sollen jederzeit die Möglichkeit haben, die jeweils notwendigen Daten des CTBs einzusehen	H
Datensicherheit		Das System soll eine Datenredundanz gewährleisten	H
Kontinuierliche Datensynchronisation		Untergeordnete Systeme sollen ihre Daten kontinuierlich mit übergeordneten Systemen synchronisieren	S

Tabelle 3.17: Ausgewählte System Requirements

Die *System Requirements* (siehe Tab: 3.17) sind Anforderungen an das System und den Ablauf. Hier wird auf einige wichtige Punkte in Bezug auf das System und seinen Ablauf eingegangen. Eine weitere Erklärung für das Logistiksystem entfällt, da die Anforderungserklärungen identisch sind.

Prozesssicherheit on-Ground - Durch den vorgegebenen, nahezu linearen Ablauf des Systems und die technische Unterstützung, als auch visuell (Display an Stick), über die Programme und über die penible Bestätigung der einzelnen Arbeitsschritte werden die möglichen Fehlerquellen nahezu ausgeschlossen.

Beispiel Montagearbeitsschritte: Jeder zu tätige Arbeitsschritt wird bestätigt und auf den MbsStick geschrieben, so können die einzelnen abgearbeiteten Arbeitsschritte nachvollzogen werden.

Kontrollmöglichkeit - Alle Daten werden auf den Sticks gespeichert und sollen in jedem Prozessschritt ausgelesen werden können. Es muss bedacht werden, dass nicht jeder Mitarbeiter auf alle Daten explizit zugreifen darf, sondern ggf. nur der Supervisor oder Kontrol-

leur.

Beispiel: Über Handheld sollen alle MbsSticks ausgelesen werden können, um ihnen dem jeweiligen Auftrag zuordnen zu können und alle bereits getätigten Arbeitsschritte anzeigen.

Datensicherheit - Die Daten sollen lokal und auf den Sticks gespeichert werden. Erst nach dem erfolgreichen Auslesen werden die Sticks gelöscht. Es muss dennoch die Möglichkeit bestehen, die Daten von den Sticks wieder herzustellen.

Beispiel: Die Daten werden an jeder Arbeitsstation 30 Tage in einer lokalen Datenbank gespeichert, um eine Wiederherstellung der Daten eines Sticks zu ermöglichen.

Kontinuierliche Datensynchronisation - Es ist nicht immer eine dauerhafte Synchronisation notwendig oder bedingt durch große Hallen und fehlende Netzwerkstruktur nicht möglich. Es sind teilweise stationäre PC's vorhanden, sowohl mit als auch ohne Netzwerkanbindung. Durch den dezentralen Datenfluss kann eine Synchronisation nur an solchen Knotenpunkten im Ablauf realisiert werden. Eine Kommunikation mit dem ERP oder dem Catererprogramm ist je nach Arbeitsstation nur bedingt notwendig.

Beispiel: Montagearbeitsplätze arbeiten völlig autonom von einer Netzwerkstruktur. Alle Daten werden per Id- und MbsStick übertragen.

3.3.1.4 Technical Requirements

Die *Technical Requirements* sind technische Anforderungen an das System. Diese entstehen während der Planungsphase der Software. Eine Beschreibung erfolgt in Kapitel 3.4.

3.3.2 Anforderungsbeispiele

In diesem Kapitel werden zwei wichtige Anforderungen beschrieben, die während den verschiedenen Projekten zur Optimierung der Catererprozesse aus der Anforderungsanalyse entstanden sind. Die hier aufgezeigten Anforderungen sind sowohl relevant für den Caterer als auch das Logistiksystem, da diese nahezu identisch sind und als Machbarkeitsnachweis die gleichen Anforderungen haben sollen.

3.3.2.1 TLR: geringe Ablaufänderung

Die Arbeitsabläufe des Catering sind seit Jahren aufeinander abgestimmt und eingespielt. Durch die komplexen Abläufe kann eine kleine Änderung große Auswirkungen auf den kompletten bestehenden Ablauf haben. Um dies zu vermeiden, ist diese eine der wichtigsten Anforderungen.

Jeder Caterer hat am Anfang und am Ende des Cateringprozess ein *ERP* o.ä. in Betrieb. Die Kommunikation und der Datenfluss dazwischen ist größtenteils papierbasiert. Zwar existieren meist einige Supervisorarbeitsstationen mit Netzwerk und *ERP* Zugriff zu Kontrollzwecken, dennoch geschieht der Datenfluss analog.

Ein weiterer wichtiger Punkt sind die örtlichen Gegebenheiten bei einem Caterer. Die Hallen sind meist mehrere Fußballfelder groß und verwinkelt. Eine nachträgliche Vernetzung wäre teuer und aufwendig zu realisieren.

Die Arbeitsabläufe sind bereits eingespielt und sollen auch weiterhin genutzt werden. Weil eine Vernetzung schwierig zu erreichen ist, soll der Datenfluss dezentral erfolgen und an den schon vorhandenen gut funktionierenden Warenfluss angehängt werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Trolleys und Standard Units bereits alle zertifiziert und für die Luftfahrt zugelassen sind und eine technische Neuerung müsste ggf. nachzertifiziert werden. Da die Sticks an die bereits bestehenden, zertifizierten Behälter angehängt werden, entfällt dies.

Der Ablauf in der Montage lief vor der Einführung des Logistiksystems identisch ab. Am Anfang und am Ende des Prozesses ist das *ERP*, das die Auftragsdaten für den Bau der Behälter liefert. Die Arbeits- und Warenabläufe sind vorhanden und funktionieren. Zu jedem Behälter wurde ein Montagebegleitschein beigelegt und dieser wurde durch den kompletten Bauprozess geführt. Im Logistiksystem wird der Montagebegleitschein durch einen MbsStick ersetzt und alle Daten werden digitalisiert sowie am Warenfluss angehängt. Aufgrund des Realtestes, wird auf eine Vernetzung innerhalb der Endmontage verzichtet und alle Daten werden dezentral übertragen.

3.3.2.2 FOR: Caterer - Kommissionierauftrag

An einer Kommissionierstation bei einem Caterer werden täglich unzählige Mengen an Speisen, Getränken oder Verbrauchs- oder Gebrauchsgüter in Trolleys und Standard Units eingelagert. Die Einlagerung erinnert durch die sich immer wiederholenden Arbeitsschritte

an Fließbandarbeit. Aus diesem Grund werden diese Schritte schnell unachtsam und ohne große Aufmerksamkeit ausgeführt.

Normalerweise bekommt der Kommissionierer an so einer Arbeitsstation seinen Auftrag über eine Laufkarte, die eine Auftragsliste enthält nach der jeder Trolley mit Artikeln jeglicher Art befüllt wird. Werden hierbei Artikel vergessen, oder zu wenig davon eingelagert, so verlassen im schlimmsten Fall den Caterer falsch kommissionierte Trolleys. Dem kann nur durch eine umfangreiche Qualitätskontrolle an der Rampe vorgebeugt werden. Ein Mitarbeiter öffnet jeden Trolley und kontrolliert den Inhalt und gleicht diesen anhand seiner Auftragsliste ab. Jedes Behältnis vor Verlassen des Caterers manuell zu kontrollieren, ist sehr zeitaufwendig und kostenintensiv. Die Praxis zeigt, dass durch Zeitnot der Mitarbeiter nur in den meisten Fällen Stichprobenkontrollen durchgeführt werden.

Um diesen umständlichen Prozess zu optimieren, muss dem Kommissionierer mehr Verantwortung übertragen und eine elektronische Hilfe zur Verfügung gestellt werden, um fehlerhafte Einlagerungen zu vermeiden.

Während des Kommissioniervorgangs muss jeder einzelne Arbeitsschritt vom Mitarbeiter an einem Bildschirm bestätigt werden. Hier wird, je nach gewünschter Einstellung, entweder pro Arbeitsschritt (mehrere Artikel des gleichen Typs, z.B.: 5 Cola in Trolley) oder pro Artikel (1 Cola in Trolley, 2 Cola in Trolley. . .) bestätigt. Die Art der Einstellung der Bestätigung ist abhängig vom Caterer und von der Anzahl zu kommissionierender Artikel. Das Programm arbeitet Schritt für Schritt jeden Artikel durch und schreibt die kompletten Daten auf den MbsStick, der an diesem Trolley befestigt ist, zurück. Dabei werden Angaben zu Mitarbeiter, Uhrzeit, Arbeitsstation und eingelagerte Artikel auf den Stick gespeichert.

Durch das Rückschreiben der Arbeitsschritte auf den *MbsStick*, sind die Daten entlang des kompletten Prozessablaufs vorhanden und ein weiterer wichtiger Teil der Informationslücke für den Caterer ist geschlossen, nämlich die Qualitätskontrolle.

Nun weiß der Supervisor, welcher Mitarbeiter welche Artikel zu welcher Anzahl kommissioniert hat. Am Ende des Prozesses, bevor es bei der Endlagerung an der Rampe zum Transport geht, können alle Behälter ausgelesen und digital anhand der Auftragsliste abgeglichen werden.

Der Montageablauf im Logistikprogramm ist identisch mit dem Kommissionierauftrag. Vor der Einführung des Logistiksystems wurden alle Behälter anhand eines Montagebegleitscheines bearbeitet. Dieser beinhaltet alle zur Verarbeitung notwendigen Teile und Chargen. Des Weiteren sind diesem Schein alle notwendigen Arbeitsschritte angehängt. Nach erfolgreichem Abarbeiten der Arbeitsschritte, hat jeder mitwirkende Mitarbeiter seinen durch-

3 Prozessbeschreibung

geführten Arbeitsschritt unterzeichnet. Diese Anforderung schreibt die Qualitätssicherung durch die Zertifizierung für die Luftfahrt vor. Jeder Arbeitsschritt und jedes Bauteil muss genau erfasst werden.

Die Problematik ist ähnlich wie bei einem Caterer, die Lösung identisch. Jeder Arbeitsschritt muss vom jeweiligen Mitarbeiter bestätigt werden. Der Ablauf ist wie schon beschrieben, aus vorher feststehende Artikeln wird ein Behälter gefertigt. Die Art der Arbeitsschrittbestätigung ist hier aber fest vorgegeben. Es wird pro Arbeitsschritt bestätigt und nicht pro Artikel, da es nie vorkommt, dass viele Artikel pro Schritt verbaut werden müssen und eine einzelne Bestätigung jedes Artikels notwendig ist. Alle anfallenden Daten werden ebenfalls, identisch zum Catererablauf, auf einen MbsStick, der am jeweiligen Behälter befestigt ist, gespeichert und sind dadurch den kompletten Prozessablauf hinweg vorhanden.

3.4 Fazit

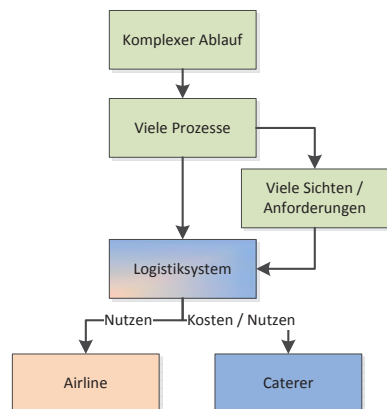


Abbildung 3.28: Fazit mit Kosten/Nutzen Vergleich

Hinter dem Airline Catering Ablauf steckt ein komplexes Netzwerk von Infrastruktur und viel Logistik. Um diese Abläufe zu verstehen müssen die Prozesse analysiert und modelliert werden (siehe Abb: 3.28). Während der Abläufe kann es zu vielen Fehlern kommen, die in den Prozessen bedacht werden müssen.

Durch die unterschiedlichen Sichten auf den Prozess [RBBB10] ist eine Vereinheitlichung schwierig und es entstehen daraus unzählige Anforderungen an ein Logistiksystem, welches diesen Ablauf in Bezug auf Wirtschaftlichkeit optimieren und digitalisieren soll.

Das entwickelte Logistiksystem deckt alle diese Bereiche ab und erlaubt einen besseren Kosten- / Nutzenverhalten sowohl für die Airline als auch den Caterer. Durch den durchgängigen Datenfluss [KR09] kann der Caterer der Airline besser und effektiver zusätzliche Information zu Verbrauchs- und Gebrauchsgütern direkt ins Flugzeug liefern und anbieten.

Den Hauptnutzen am Logistiksystem trägt jedoch der Caterer. Durch eine optimierte Infrastruktur, mehr Transparenz bei den Abläufen, einen durchgängigen Datenfluss und eine optimierte Qualitätssicherung kann der Caterer besser und schneller arbeiten und hat dadurch mehr Kapazität für andere, bzw. mehr Aufträge. Durch den verbesserten Datenfluss entsteht ein Wettbewerbsvorteil, der als erweiterte Dienstleistung an die Airline abgerechnet werden kann.

3 Prozessbeschreibung

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

Einführung
Arbeitsplätze
Sticks
Weitere Hardware
Schnittstellen
Fazit

1. Einleitung
2. Grundlagen
3. Prozessbeschreibung
4. Entwurf Systemarchitektur
5. Diskussion
6. Zusammenfassung

4.1 Einführung

Im Logistiksystem werden Leistungsstellen durch eine geeignete Systemarchitektur abgebildet. Das Logistikprogramm soll den aktuellen Ablaufplan der Behälterproduktion reproduzieren und um zusätzliche Funktionen, unter Verwendung eines mobilen Datenspeichers, erweitern.

Die Grundidee des Systems besteht darin, den vorhandenen Materialfluss zu nutzen und den Datenfluss daran anzuheften. In Abbildung 4.1 ist der Datenfluss zu erkennen. Die Daten, die aus dem ERP kommen, werden in die Supervisordatenbank eingespielt und dort verwaltet. Die Auftragsverwaltung übernimmt ein *IdStick*, den jeder beteiligte Mitarbeiter bekommt. Die Daten werden an den vorhandenen Materialfluss des Isolierbehälters angefügt und ziehen sich so durch den kompletten Ablauf, bis zur Rückmeldung an das Supervisorprogramm und zum *ERP*. Als Alleinstellungsmerkmal steht die besondere Art der mobilen Datenspeicher zur Datenhaltung und Programmkommunikation.

Die weitere Systemarchitektur zeichnet sich durch fest definierte Leistungsstellen aus, die über Schnittstellen und *RFID* unterstützte Datenspeicher kommunizieren und arbeiten.

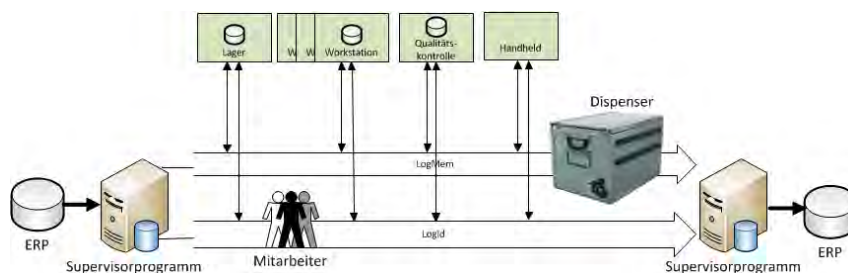


Abbildung 4.1: Material- und Datenfluss

4.2 Arbeitsplätze

4.2.1 Allgemein

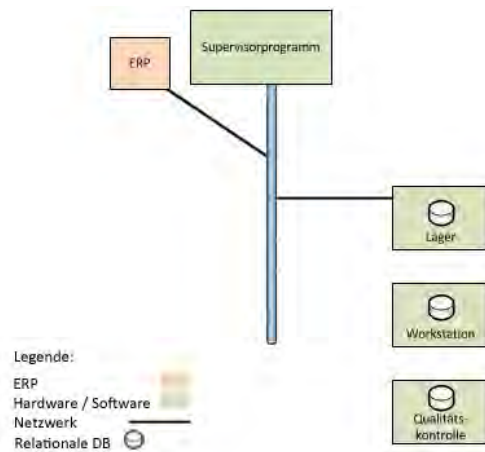


Abbildung 4.2: Alle Arbeitsplätze die im Logistiksystem auftreten.

Aufgrund des beschriebenen, dezentralen Ablaufs, werden auf den einzelnen Arbeitsplatzrechnern einzelne Datenbanken benötigt. Sollten während des Ablaufes irgendwelche Schwierigkeiten mit den Daten auf den Sticks auftreten, beispielsweise ein Hardwaredefekt oder ein Verlust, so kann dieser Stick anhand der lokalen Datenbank wiederhergestellt werden. Die Datenbank wird nicht nur benötigt, um die Sticks wiederherzustellen, sondern auch um eine längere Nachverfolgbarkeit zu gewährleisten. In System von B&W, werden die Daten der *IdSticks* und *MbsSticks* in der Datenbank 30 Tage nach Auftragsbeginn

mitgespeichert und danach gelöscht. Dies ist in diesem Beispiel der maximale Rahmen an dem ein Auftrag ausgeführt werden sollte. Und somit endet nach 30 Tagen die Rückverfolgbarkeit für einen Auftrag über die Arbeitsplätze.

Da auf den Sticks nur ein begrenzter Speicherplatz vorhanden ist, werden die Baugruppentypen, Arbeitsschritte etc. numerisch Codiert gespeichert. Um aber die Auftragsdaten und notwendigen Informationen anzeigen zu können, müssen die kodierten Nummern in Namen aufgelöst werden. Dies geschieht über die lokale Arbeitsplatzdatenbank, auf der alle notwendigen Daten gespeichert sind. Es sind alle Baugruppen, Arbeitsschritte und Artikel mit Nummer und Namen hinterlegt. So kann jede dekodierte Nummer auf den Sticks vollständig angezeigt werden.

Um die Richtigkeit der Daten zu gewährleisten, muss regelmäßig ein Datenbankupdate vollzogen werden. Dies kann, je nach Modul entweder über das Netzwerk geschehen, oder wie in diesem Beispielfall, wenn vorhanden mittels Datenstick.

Die Oberflächen der Arbeitsplätze wurden so gewählt, dass möglichst alle Informationen, die auf dem *Mbs*- und *IdStick* gespeichert sind angezeigt werden. Es wurde darauf geach-

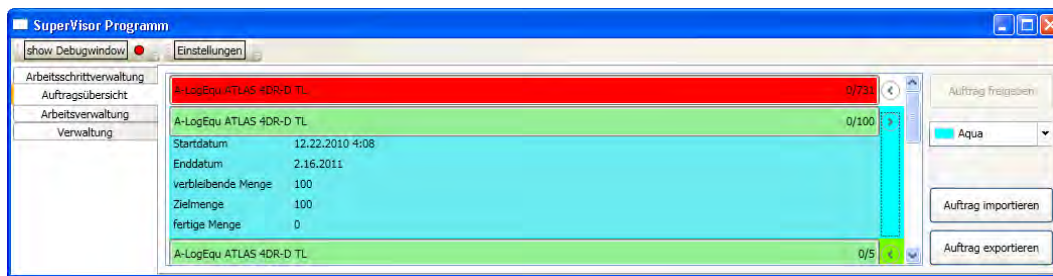


Abbildung 4.3: Supervisorprogramm - Auftragsübersicht mit freigegebenen (Grün) und nicht freigegebenen Aufträgen (Rot)

tet, Unwesentliches in den Hintergrund zu rücken und wichtige Dinge hervorzuheben.

Das Lager, sowie das Supervisorprogramm und das *ERP* sind, wie in Abbildung 4.13 über das Netzwerk zu erreichen. Auf die weiteren Besonderheiten wird in den folgenden Kapitel eingegangen.

4.2.2 Supervisorprogramm

Das Supervisorprogramm (siehe Abb: 4.4) stellt das modulare Verwaltungs- und Organisationsprogramm im Logistiksystem dar. Wie in der Einleitung erwähnt, ist das Supervisorprogramm die Middleware [Pry05] zwischen den Arbeitsstationen und dem *ERP*. Es regelt die Kommunikation und den Datenfluss dezentral innerhalb des Logistikprogrammes und meldet in regelmäßigen, vordefinierten Abständen den Zwischenstand an das *ERP* zurück. Im Falle eines Fehlers muss das Supervisorprogramm mit dem *ERP* kommunizieren und ein neues Bauteil, oder ein neuen Artikel anfordern. Über eine Schnittstelle werden die Daten aus dem *ERP* in eine Datenbank und am Ende des Montageprozesses auch wieder zurückgespielt. Auf die Schnittstellen wird in Kapitel 4.5.1 näher eingegangen.

Die Funktionen des Supervisorprogramms wurden in Module aufgeteilt und diese können je nach bestehendem System und schon vorhandener Funktionalität aktiviert oder deakti-

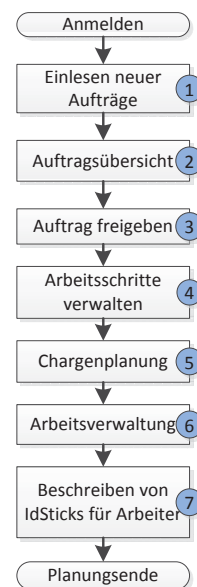


Abbildung 4.4: Supervisorprogramm - Normaler Ablauf

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

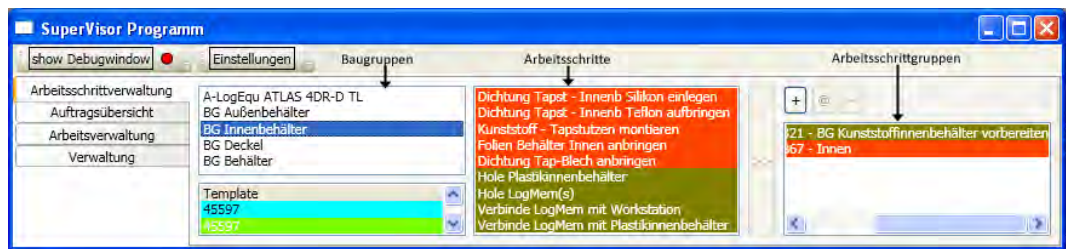


Abbildung 4.6: Supervisorprogramm - Arbeitsschrittverwaltung: Jeder Baugruppe können Arbeitsschritte zugeteilt werden.

viert werden.

Im Supervisorprogramm werden die Daten aus dem ERP über eine Schnittstelle automatisch eingelesen ① und eine Auftragsübersicht generiert ②. Es gibt eine komplette Übersicht über alle zurzeit laufenden Aufträge, sowie eine Statusansicht, wie weit der jeweilige Auftrag fortgeschritten ist. In Abbildung 4.3 wurde ein Auftrag über 1.000 Behälter eingelesen. Dieser Auftrag wurde in mehrere Unteraufträge aufgeteilt, daher sind noch 731 Behälter nicht freigegeben (Rot). Die zur Planung freigegebenen Aufträge (Grün) ③ können in der Arbeitsverwaltung nun geplant werden. In der Detailansicht ist der Startzeitpunkt, der Endzeitpunkt und die fertig gestellte Menge zu sehen.

Sobald die *IdSticks* der Mitarbeiter zurückgemeldet werden, aktualisieren sich in der Auftragsübersicht die Details für die Aufträge automatisch.

In der Arbeitsschrittverwaltung 4.6 ④ können zu allen Baugruppen Arbeitsschrittgruppen definiert werden. Diese Arbeitsschrittgruppen (rechts) werden später in der Arbeitsverwaltung an Mitarbeiter zugewiesen. Dies hat den Vorteil, dass nicht alle Arbeitsschritte einzeln verteilt werden müssen, sondern in Gruppen zugewiesen werden können. Einmal geplante Arbeitsschrittgruppen können in Templates gespeichert werden, um diese später wieder zu nutzen oder zu editieren.

Sind alle Arbeitsschrittgruppen definiert, können in der Arbeitsverwaltung 4.7 ⑥ die Aufträge genau geplant werden. Die gruppierten Arbeitsschritte sind unterhalb der Aufträge zu finden (hier rot und hellblau) und können einfach per "Drag and Drop" in die Zeitleiste gezogen werden. Die Zeitleiste ist aufgeteilt in Arbeitsplätze, sowie eine Zeitachse.

Bei Klick auf einer Arbeitsschrittgruppe in der Zeitachse werden weitere Informationen angezeigt. Hier können die Mitarbeiter ausgewählt werden, sowie die Chargen und Lagerplätze der Artikel. Sind alle Daten eingetragen, kann der *IdStick* für den zugewiesenen Mitarbeiter beschrieben werden (siehe Abb: 4.5) ⑦.

Die beschriebenen Daten haben ein definiertes Ablaufdatum und können nur eine begrenzt-

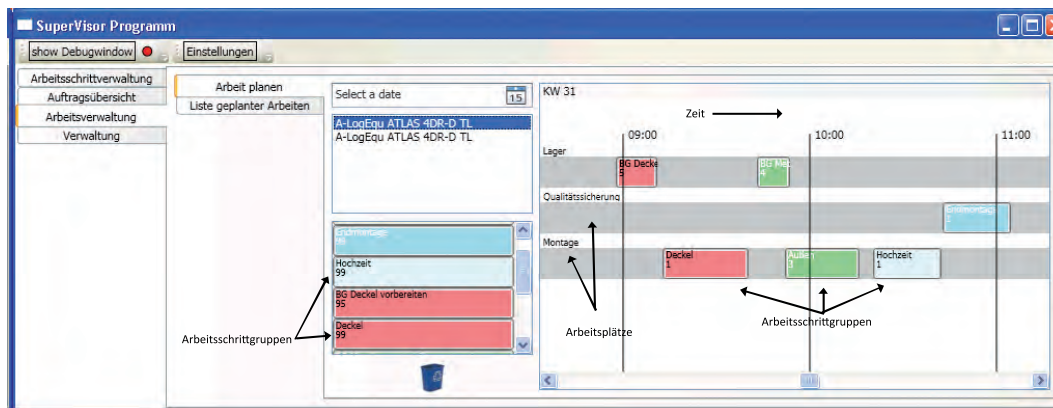


Abbildung 4.7: Supervisorprogramm - Arbeitsplanung: Zuweisen von Arbeitsschrittgruppen auf Arbeitsplätze



Abbildung 4.8: Supervisorprogramm - Chargenverwaltung

te Zeit ausgelesen werden. Des Weiteren können die *IdSticks* nur an den durch die Arbeitsverwaltung zugewiesenen Arbeitsplätzen benutzt werden. Wird ein fertiger Behälterauftrag zurückgemeldet, wird in der Zeitachse die Ansicht automatisch aktualisiert. Ist der Behälter fertig, wird dieser ausgegraut. Wurde der Auftrag nicht vollständig ausgeführt, so werden die fehlenden Behälter angezeigt.

Sollte im Laufe des Prozesses ein Chargenwechsel anstehen, kann dies über die integrierte Chargenverwaltung (siehe Abb: 4.8) ⑤ geschehen. Aus dem *ERP* stammen alle notwendigen Daten über die Anzahl der vorhandenen Lagerartikel. Nach Auswahl der Baugruppen, sowie der Arbeitsschritte, können im rechten Feld zusätzliche Artikel oder Werkzeuge ausgewählt werden, welche später auf den Arbeitsplätzen angezeigt werden.

Gefahrenhinweise bzw. Warnungen und die Verwaltung der Lagerplätze funktionieren analog zur Chargenzuteilung.

Das Supervisorprogramm ist unter anderem die Schnittstelle zwischen *ERP* und dem Logistikprogramm. Daher hat es im System eine Hauptrolle. Hier laufen alle wichtigen Informationen zusammen und werden so aufgearbeitet, damit der Supervisor immer ein Überblick

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

über den vorhandenen Auftrag, sowie den zeitlichen Ablauf hat. Sollten irgendwelche Probleme auftreten, kann der Supervisor just-in-time eingreifen und den Produktionsablauf gezielt ändern, um einen reibungslosen Ablauf gewährleisten zu können. Die Hauptlogik der Planung muss der Benutzer, in diesem Fall der Supervisor durchführen. Das Programm hat aber nicht nur eine unterstützende Funktion, sondern auch einige wichtige Bestandteile, wie z.B. die zeitliche Planung. Ohne diese grafische Aufbereitung würde der Supervisor schnell den Überblick verlieren. Durch die Rückmeldung an das *ERP* haben weitere Instanzen, wie der Vertrieb und das Controlling immer einen aktuellen Überblick über den Auftragsstatus.

4.2.3 Lager

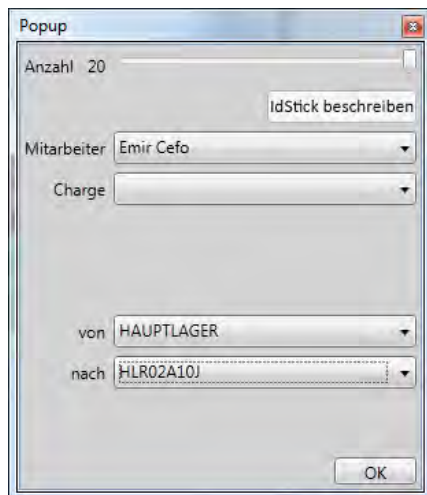


Abbildung 4.5: *Supervisorprogramm - Beschreiben des IdSticks mit Charge und Lagerplätzen*

Im Lager 4.9 werden zwei Arten von Aufträgen abgearbeitet: Die für die Arbeitsvorbereitung und die für den Transport von Bauteilen zur Fertigung.

Die Art der Aufträge bestimmt der Supervisor im Supervisorprogramm in der Arbeitsplanung. Bei der Arbeitsvorbereitung werden die Baugruppen vorbereitet, die *MbsSticks* mit allen wichtigen Informationen beschrieben und an die Baugruppe angehängt. Des Weiteren müssen weitere Artikel wie Isolierungen, Handgriffe, o.ä. vorbereitet werden. Nach dem erfolgreichen Abliefern der vorbereiteten Artikel und Baugruppen in der Montage, wird der *IdStick* wieder beschrieben und beim Supervisor zur Auswertung abgegeben.

Die Transportaufträge umfassen das Transportieren von Baugruppen oder Chargen aus dem Lager in die Montage. Wie bei der Arbeitsvorbereitung werden nach Erledigen die *IdSticks* beschrieben und zurückgemeldet.

Die Oberfläche 4.10 im Lager ist nahezu identisch mit der Oberfläche der Montage. Es fehlen lediglich die Anzeigen der Gefahrenhinweise und der Werkzeuge. Dies ist im Lager nicht notwendig.

Die Bedienung des Lagerarbeitsplatzes erfolgt wie das Supervisorprogramm, aber unter-

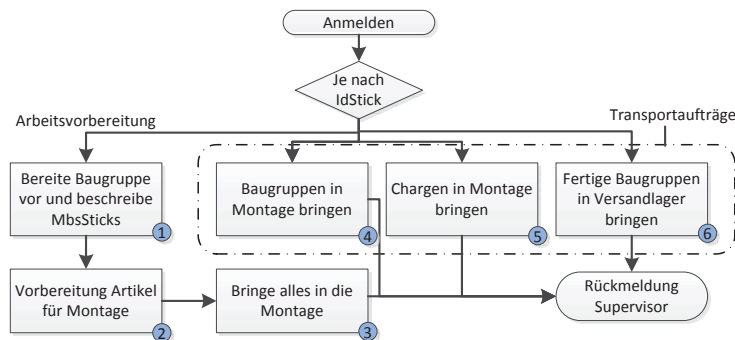


Abbildung 4.9: Lager - Arbeitsvorbereitung und Transportaufträge

schiedlich zum Montagearbeitsplatz, über Maus und Tastatur, da hier auch das *ERP* bedient werden muss.

4.2.4 Montage

Die Oberfläche 4.12 der Montage zeigt zwei Anzeigen mehr als das Lager. Sollten während der Montage besondere Gefahren oder Vorsicht geboten sein, so wird dies als Gefahrenhinweis gekennzeichnet. Werden besondere Werkzeuge benötigt, so werden diese ebenfalls separat angezeigt. Nach erfolgreichem Anmelden am Montagearbeitsplatz erfolgt immer der gleiche Ablauf 4.11. Es müssen zu erst die Baugruppen von den Montagelagerplätzen geholt werden ① und der angehängte *MbsStick* ausgelesen werden. Nun werden alle auf dem *IdStick* übertragenen Arbeitsschritte ausgeführt ②. Sind alle Arbeitsschritte der Baugruppe ausgeführt, wird der *MbsStick* wieder beschrieben ③ und der Behälter zu einem Lagerplatz gebracht ④. Sind alle Baugruppen abgearbeitet, wird der *IdStick* beschrieben und an den Supervisor zurückgemeldet.

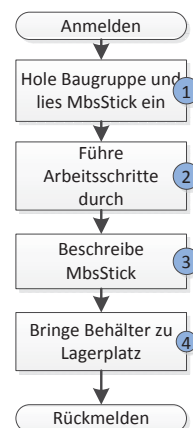


Abbildung 4.11: Montagearbeitsplatz - Normaler Ablauf. Identisch mit Qualitätssicherung.

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

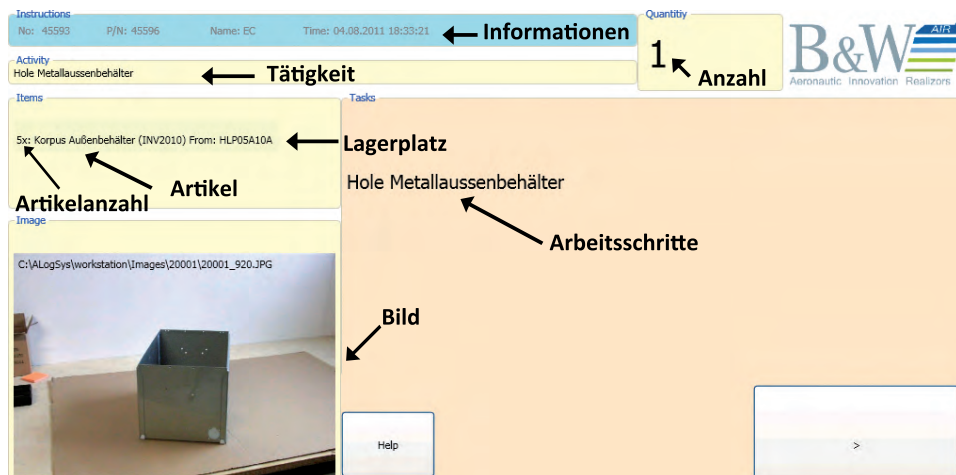


Abbildung 4.10: Lageroberfläche

Die Montage ist auf Touchbedienung ausgelegt. Hier gibt es für den Mitarbeiter keine Eingaben zu erledigen, außer dem Pin zur Authentifizierung. Die Eingaben werden über die On-Screen Tastatur von Windows ermöglicht.

4.2.5 Qualitätsmanagement

Die Qualitätssicherung ist identisch zum Ablauf 4.11, sowie von der mit der Workstationoberfläche (siehe Abb: 4.12).

Unterschiedlich sind nur die Arbeitsschritte, die darauf ausgeführt werden. Hier finden Qualitäts- und Funktionskontrollen, sowie Wärmedurchgangstests statt und der Behälter wird auf Montageschäden kontrolliert. Ein Ablaufunterschied zur Montage stellt der Arbeitsschritt der Seriennummervergabe dar. Diese wird auf dem *IdStick* mitübertragen und hier von einer temporären in die im Auftrag definierte, feste Seriennummer umgewandelt. Das Ändern der Seriennummer hat zur Folge, dass der *MbsStick* sofort mit der neuen Seriennummer beschrieben werden muss. Danach werden die weiteren Arbeitsschritte ausgeführt und am Ende des Ablaufes wird der *MbsStick* erneut mit allen Daten beschrieben.

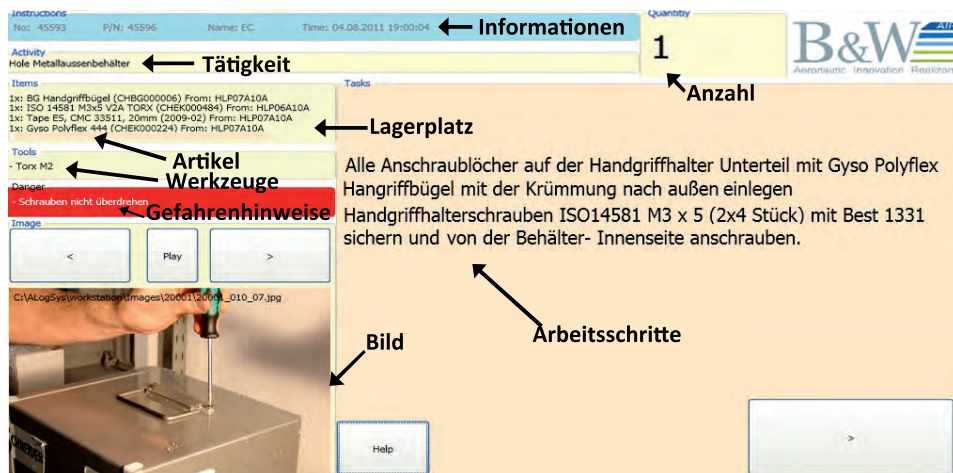


Abbildung 4.12: Workstation bzw. Qualitätssicherung

4.3 Sticks

4.3.1 Allgemein

Der Ablauf im Logistiksystem ist dezentral. Es ist zwar ein zentraler Server für die Verwaltung, das Supervisorprogramm, vorhanden, aber der Datenfluss innerhalb des Systems verläuft dezentral, d.h. ohne direkte Verbindung zum Server. Die Daten werden zu Beginn einmal ausgelesen und am Ende des Warenflusses wieder am Server zurückgemeldet.

Dies geschieht durch sogenannte Sticks (siehe Abb: 4.13). Diese Sticks gibt es in mehreren Arten, die sich kaum im Hardwa Funktionsweisen unterscheiden.

Diese Sticks sind eine Art USB-Speicherstick. Diese werden im dezentralen System für den Datentransfer zwischen den Arbeitsstationen und als Montagebegleitscheinersatz eingesetzt. Ein Unterschied zu einem USB-Stick ist zum Beispiel die Anbindung an den jeweiligen Arbeitsplatz, da das Auslesen und Schreiben per RFID oder seriell geschieht.



Abbildung 4.13: *MbsStick* ohne externe Sensoren mit Temperaturanzeige des internen Sensors.

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

Die Sticks werden in drei Gruppen gegliedert. Den *IdStick*, *MbsStick* und den *TempStick*. Je nach Art des Sticks hat dieser verschiedene Grundfunktionen:

Es gibt einen Identifikationsstick, den *IdStick*, zum Anmelden an die Arbeitsplätze. Nun weiß der PC an dem sich der Benutzer anhand seines eindeutigen *IdSticks* angemeldet hat, welche Aufträge dieser durchführen muss. Des Weiteren beinhaltet dieser Stick die zu verbauenden Chargen für die einzelnen Bauteile. Jeder dieser Sticks zur Authentifizierung hat ein integriertes Ablaufdatum, danach ist der Stick nicht mehr auszulesen.

Der erste Arbeitsschritt stellt immer: "Hole Behälter/Bauteil" dar. An diesem Bauteil, ist ein *MbsStick* befestigt. Dieser stellt den digitalen Montagebegleitschein dar, auf dem der komplette Produktionsablauf gespeichert wird. Hier findet man alle Teile die benötigt werden, um den Behälter zu bauen. Die einzelnen Chargen die verbaut werden, kommen wie vorhin erwähnt, vom *IdStick*. Nach Beenden der Montage dieses Behälters, werden die verbauten Teile und weitere Informationen zurückgeschrieben. Ebenso, wird der *IdStick* am Ende des Ablaufs, wird der für das Rückmelden an den Supervisor beschrieben.

Durch die technischen Hardwareanforderungen ergeben sich spezielle Lösungsansätze der Hardware, sowie der Datenhaltung und -struktur. Auf den mobilen Dateneinheiten ist eine Anzeige, ein Speicher, eine Kommunikationsschnittstelle sowie eine Batterie vorhanden. Die Batterielebensdauer ist begrenzt und die Dauer ist abhängig vom verwendeten Speicher, der Anzeige und der Leseschnittstelle.

Ein Lösungsansatz für den begrenzten Speicher lässt sich durch eine intelligente Datenstruktur umgehen. Auf den Sticks werden nur die notwendigsten Informationen als Data-sets, z.B. mit einer *ArbeitsschrittId* gespeichert und die Namensauflösung findet über die lokalen Datenbank statt. Dieses Dataset wird komplett ausgelesen, bearbeitet und wieder zurückgeschrieben. Eine eigene Datenstruktur, um nur Teile daraus auszulesen, erhöht den Lese- und Schreibaufwand.

4.3.2 IdStick

Der *IdStick* dient zur Identifizierung der Mitarbeiter an den Arbeitsplätzen. Er wird vom Supervisor beschrieben und weist den Mitarbeiter seine Auftragsdaten zu. Ist der Auftrag auf dem Stick abgearbeitet, werden die Informationen am Arbeitsplatz auf den *IdStick* zurückgeschrieben. So wird dem Supervisor angezeigt, dass der Mitarbeiter den zugewiesenen Auftrag beendet hat und der Auftragsstand wird automatisch aktualisiert.

Jeder Mitarbeiter erhält nach seinem abgeschlossenem Auftrag einen neuen Stick, auf dem

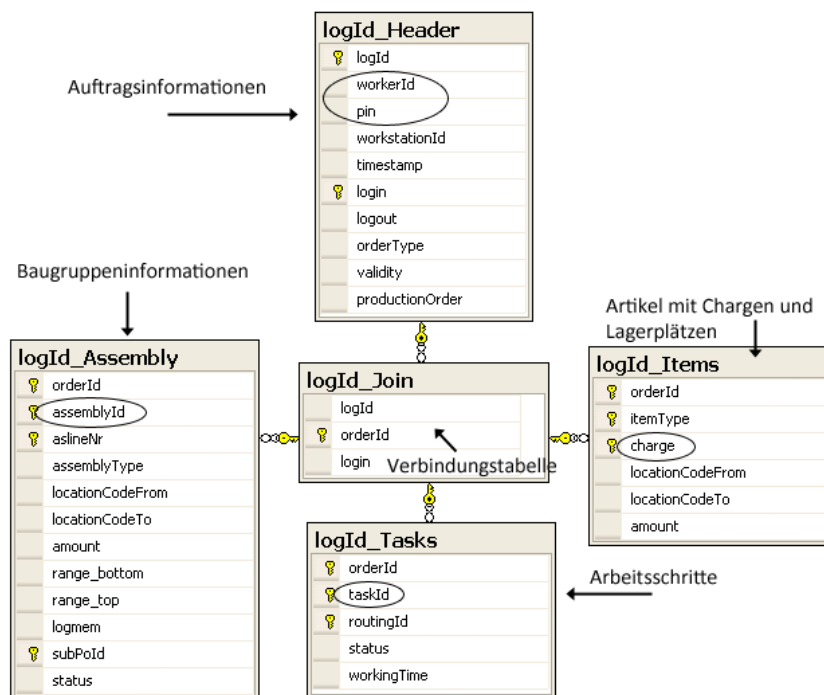


Abbildung 4.14: Datenstruktur IdStick

u.a. seine Benutzerinformationen wie Name (workerId), Pin etc. gespeichert sind und welche Arbeitsschritte er als nächstes an welche Baugruppen (assemblyId) auszuführen hat. Auf dem Stick wird ebenso übertragen, welche Chargen eines Artikels im aktuellen Auftrag verwendet werden sollen.

Die Namensauflösungen der Baugruppen (assemblyId) und Arbeitsschritte (taskId) finden über die lokalen Datenbank statt.

Die Datenstruktur der *IdSticks* (siehe Abb: 4.14) lässt sich in vier Teile unterteilen. Im Header stehen alle relevanten Auftrags- und Mitarbeiterdaten. Die vier Haupttabellen sind durch die Join Tabelle eindeutig verbunden. Die Tabelle Assembly beinhaltet alle notwendigen Informationen über die gerade zu produzierende Baugruppe.

Anhand der Tabelle Task lässt sich der aktuelle Arbeitsschritt für den Arbeitsplatz auflösen. In der Tabelle Items stehen die Chargen für die zu verbauenden Artikel, sowie von welchem Lagerplatz diese geholt werden müssen und ggf. anschließend gebracht werden.

Die LogId ist ein komplexer Bestandteil des Logistikprogramms u.a. zur Authentifizierung und Auftragsverteilung.

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

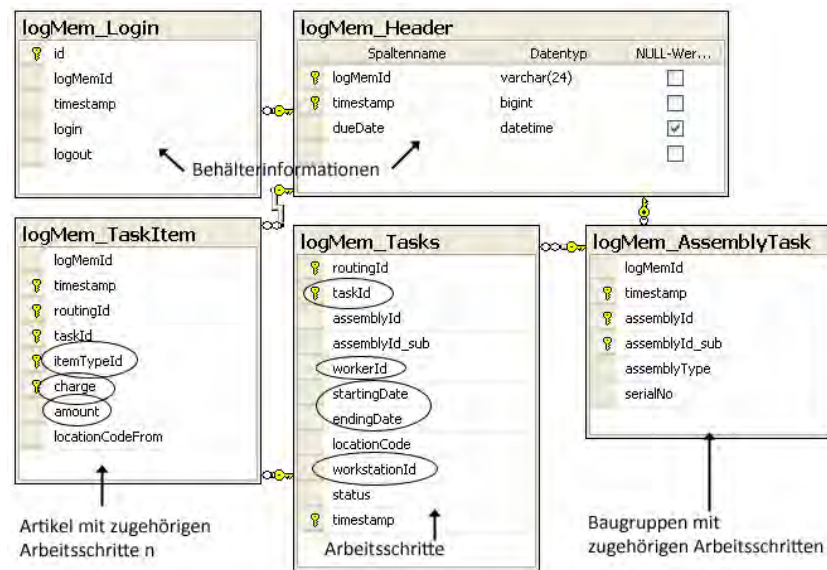


Abbildung 4.15: Datenstruktur MbsStick

4.3.3 MbsStick

Am Anfang der Ablaufs bei der Arbeitsvorbereitung, beschreibt der Lagerist den *MbsStick* und hängt diesen an die vorbereitete Baugruppe. Hierauf finden sich alle zur Montage notwendigen Informationen, wie Artikeltypen (*itemTypeId*), Anzahl (*amount*) und Arbeitsschritte (*taskId*), die notwendig sind, um die komplette Baugruppe zusammen zu setzen. Die jeweiligen Chargeninformationen werden, wie bereits erwähnt, von den *IdSticks* nachträglich eingetragen. Die ausgeführten Arbeitsschritte werden, nach Ablauf einer fertig gestellten Baugruppe eingetragen, sobald diese ausgeführt wurden. Der *MbsStick* stellt hier im System den digitalisierten Montagebegleitschein dar.

In der Struktur des *MbsSticks* (siehe Abb: 4.15) existieren alle notwendigen Informationen wie auf einem Montagebegleitschein wieder. In den Tabellen Login und Header finden sich alle relevanten Informationen über den Behälter. Ein wichtige Funktion des *MbsSticks* ist die Speicherung der Daten der verbauten Baugruppen, durchgeführten Arbeitsschritten und verwendeten Artikeln mit Charge. Diese findet sich in den Tabellen TaskItem, Tasks und AssemblyTask.

Den *MbsStick* als digitalisierten Montagebegleitschein darzustellen, ist die beste Möglichkeit, die Funktion des *MbsSticks* zu erläutern. Wenn der Lagerist die Baugruppen vorbereitet und den *MbsStick* beschreibt, werden darauf alle notwendigen Informationen dieser

Baugruppe betreffend gespeichert und zwar, wie schon beschrieben, alle Artikeltypen sowie die Arbeitsschritte. Darauf wird der Arbeitsplatz (*workstationId*), der Mitarbeiter (*workerId*) und die Uhrzeit zu Beginn (*startingDate*) und am Ende (*endingDate*) gespeichert, sowie die Chargeninformationen aus dem *IdStick* auf das *MbsStick* übertragen. So ist eine komplette Nachverfolgbarkeit möglich. Dies ist für die Zertifizierung gemäß Lebensmittelhygienevorschriften und anderen Regularien in der Luftfahrt notwendig und bei den Caterern ebenfalls. Es kann anhand des *MbsStick* und der Daten aus dem Supervisorprogramm, eine komplette Kontrolle der Arbeitsabläufe erfolgen. Aus den gewonnenen Informationen, wie z.B. benötigte Zeit, kann man dann ggf. eine Optimierung ableiten.

4.3.4 TempStick

Der TempStick ist im Logistikprojekt optional und für den Airlinelogistikablauf gedacht. Er ist hardwaretechnisch identisch mit dem *MbsStick*, allerdings hat er zusätzlich Temperatursensoren integriert, der in regelmäßigen Zyklen die geloggten Daten im internen Speicher aufzeichnet. Die Daten werden im CSV Format in einem einstellbaren Intervall gespeichert. Es besteht somit die Möglichkeit, HACCP-konform Temperaturen für verderbliche Waren mitzuspeichern, um die Kühlkette beim Caterer, beim Transport und im Flugzeug kontrollieren zu können.

Der TempStick ist identisch zum *MbsStick* zu betrachten, aber es wird im Rahmen der Diplomarbeit nicht auf die speziellen zusätzlichen Funktionen eingegangen.

4.4 Weitere Hardware

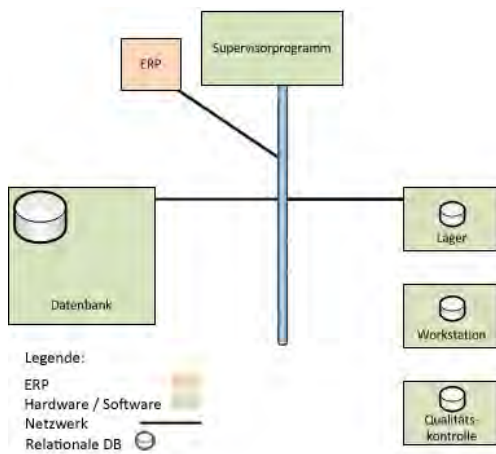
4.4.1 Datenbank

Im Logistiksystem muss ein Datenbankserver (siehe Abb: 4.16) verfügbar sein. Dieser verwaltet die komplette Auftrags-, Arbeits- und Lagerplanung, sowie die Seriennummernvergabe. Die Datenhaltung findet über eine Schnittstelle mit dem Supervisorprogramm statt, auf die später eingegangen wird. Im Logistikprojekt von B&W ist der Datenbankserver gleich zu setzen mit dem PC auf dem das Supervisorprogramm läuft. Dies kann je nach Konfiguration natürlich auch ein weiterer Server darstellen.

Im Datenbankserver werden alle Auftragsdaten, die über eine Schnittstelle aus dem ERP

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

kommen gehalten und für den Auftrag im Logistiksystem aufbereitet. Dies beinhaltet eine komplette Auftragsverwaltung inklusive Aufteilung des Auftrages in mehrere Unteraufträge,



sowie einzelne Arbeitsschritte. Die Verwaltung der Arbeitsschritte findet hier ebenfalls über eine grafische Ansicht statt. Des Weiteren wird die Lagerplatzverwaltung in dieser Datenbank gespeichert. Die Daten werden an einem zentralen Ort gespeichert, um von hier aus den Datenfluss auf dem *MbsStick*, bzw. dem *IdStick*, dezentral weiterzuführen. Die Daten werden am Ende des Datenflusses wieder in die Datenbank eingepflegt und verarbeitet, um den Auftragsstatus besser abschätzen zu können. Die Datenbank des *ERP* basiert zwar ebenfalls auf SQL, dennoch ist eine Über-

Abbildung 4.16: Die SQL Datenbank.

föhrung der Daten aus dem *ERP* in das Supervisorprogramm nicht möglich, da ein direkter Datenaustausch über SQL den Anforderungen widerspricht, mit jedem *ERP* oder Verwaltungsprogramm zu funktionieren. Daher wurde eine universelle Schnittstelle 4.5.1 erstellt, mit der die Daten in die Datenbank eingelesen werden können.

Die im Logistiksystem verwendete Datenbank sollte ursprünglich normalisiert¹ sein, um die Verbindungen zwischen den Arbeitsschritten, den Artikeln und den Baugruppen darzustellen und die Datenhaltung zu vereinfachen. Aufgrund der Komplexität und für die Skalierbarkeit wurde die Datenbank während der Planungsphase lediglich teilnormalisiert. Das bedeutet, dass einige Bereiche bei denen es sinnvoll ist, normalisiert wurden, während im weiteren Verlauf der Planung, als dann eine Arbeitsschrittgruppenverwaltung, Lagerverwaltung und eine Instanzenverwaltung für Arbeitsschritte zur Auftrags- und Arbeitsverwaltung hinzukam, es sinnvoller war die Logik in das Programm auszulagern und diese Bereiche nicht zu normalisieren.

¹Ohne vermeidbare Redundanz

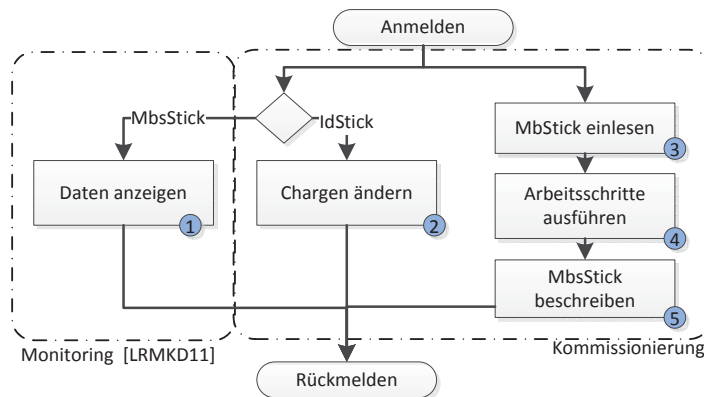


Abbildung 4.18: Handheld - Ablauf (Monitoring: [LRMKD11])

4.4.2 Handheld

Aufgrund der Anforderung der Flexibilität und Modularität, muss die Möglichkeit bestehen, einige Prozessschritte auf einem Handheld begleiten zu können oder eine nachträgliche Änderung im bestehenden (siehe Abb: 4.18) [PTR10]. Sollten alle Arbeitsplätze belegt sein, Auftrag eingehen, so kann mit dem Handheld der Prozess des Kommissionierens oder im Falle des Montierens der Behälter dennoch stattfinden. Auch das Controlling, bzw. die Qualitätssicherung findet mittels Handheld sowohl beim Caterer als auch in der Endmontage bei B&W statt.

Sollte im Laufe des Prozesses ein Behälter übrig bleiben, so kann dieser nicht manuell vom Mitarbeiter identifiziert werden. Da alle notwendigen Informationen auf dem *Mbs-Stick* digital gespeichert sind, benötigt der Supervisor ein Handheld (siehe Abb: 4.19) mit *RFID*-Schnittstelle, um die schon ge-

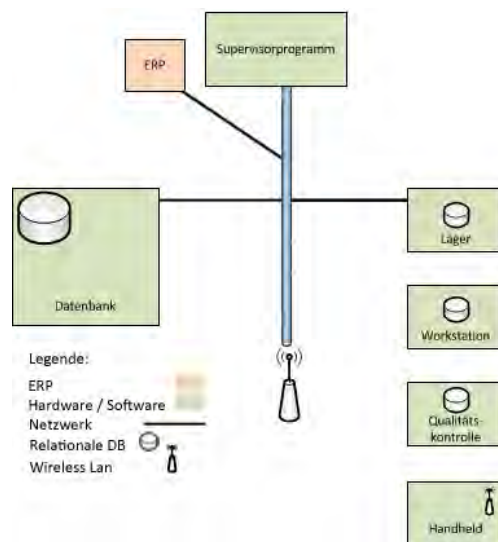


Abbildung 4.17: Der Handheld kommuniziert per WLAN mit den restlichen Beteiligten.

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

nannten, notwendigen Auftragsinformationen auslesen und anzeigen zu können. Dadurch kann festgestellt werden, zu welchem Auftrag der Behälter gehört, und in welchem Arbeitsschritt der Bau unterbrochen, bzw. gar nicht ausgeführt wurde.

Eine weitere Funktion, die der Handhelds übernehmen kann, ist die Chargenänderung. Sollte im Verlauf eines Produktionsschrittes eine Charge eines Artikel ausgehen oder eine defekte ausgetauscht werden müssen, kann dies über die Kommissionierung per Handheld abgearbeitet werden. Der Supervisor hat ebenfalls hierüber die Möglichkeit, die Anzahl einzelner Chargen zu verringern, bzw. die Charge zu ändern. Die geänderten Chargen werden dann entweder direkt per Webservice oder über den Supervisor und den *MbsStick* in die Datenbank zurückgeschrieben und verarbeitet.

Der Handheld kann zur Kontrolle der Behälter eingesetzt werden, und es können auch Behälter gescannt und ihren Aufträgen zugeordnet werden.

Für den weiteren Logistikablauf (siehe Abb: 4.17) sollen mit dem Handheld einzelne Arbeitsschritte oder die komplette Kommissionierung durchgeführt werden können. Durch die Möglichkeit des Durchführens einzelner Arbeitsschritte auf einem mobilen Gerät [PTR10], können spontane Änderungen schnell durchgeführt werden. Die Abläufe entsprechen denen der Arbeitsplätze und sind daher gleich zu betrachten und vorerst nicht weiter aufgeführt. Der essentielle Vorteil eines Handhelds ist die schnelle Kontrolle von Behältern, die verwaist herumstehen und keinem Auftrag zugeordnet werden können. Durch den integrierten *RFID* Reader kann der *MbsStick* ausgelesen und alle notwendigen Informationen angezeigt werden. Die Wichtigsten im Falle eines verwaisten Behälters sind die Auftragsdaten, welcher Mitarbeiter hat den Behälter zuletzt bearbeitet hat und wohin der Behälter nach dem ausgeführten Arbeitsschritt gebracht werden sollte.



Abbildung 4.19: Handheld Oberfläche: Auswahl / Monitoring / Kommissionierung

4.4.3 Webserver

Aufgrund der Hardwareanforderungen bzgl. der Verfügbarkeit von Handhelds auf dem Markt zu Projektbeginn, wird derzeit auf Basis von Windows Mobile gearbeitet. Das Programmierumfeld .NET Compact Framework bietet im Gegensatz zur Programmierung auf Windows XP (oder höher), nur einen eingeschränkten Programmierungsumfang an. Daher muss teilweise auf einen Webservice (siehe Abb. 4.20) zurückgegriffen werden, welcher komplexe Anfragen für den Handheld verarbeitet und die Ergebnisse zurücksendet. Des Weiteren ist es notwendig, eine Möglichkeit bereit zu stellen, damit der Supervisor mit der Auftragsdatenbank kommunizieren kann, um die notwendigen Auftragsdaten mit den auf den Mbs-Sticks gespeicherten, zu vergleichen.

Um die Qualitätssicherung im dezentralen Logistikprogramm von B&W sicherzustellen, muss ein Qualitätskontrolleur, im Beispielfall, der Supervisor, die Prozesskette immer im Blick behalten können.

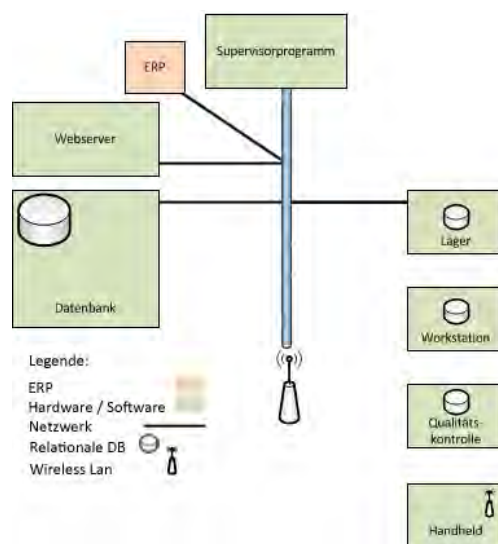


Abbildung 4.20: Der Webserver kommuniziert mit der Datenbank und kann von weiteren Geräten benutzt werden.

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

Ursprünglich war geplant, den Prozess des Verpacken und Versenden am Ende des Produktionsablaufs mit einem Handheld auszuführen. Zu diesem Zeitpunkt war noch nicht klar, ob der Lagerist zum Versenden eine Netzwerkanbindung hat, somit wurde das Verpacken und Versenden doppelt berücksichtigt. Einmal wie im normalen Ablauf über einen *IdStick* als Auftragsverteilung und zum anderen wenn eine Netzwerkanbindung besteht, direkt über das Supervisorprogramm. Die benötigte Schnittstelle wird dann vom Webservice abgedeckt.

Im Prozess des Behälterbaus, kann bei der Qualitätssicherung ebenfalls einmal eine Kommunikation mit der Datenbank aufgebaut werden, um die endgültige im Auftrag definierte Seriennummer zu vergeben oder die *MbsStick* Daten zu übertragen. Sollte im Cateringbereich ebenfalls eine Notwendigkeit bestehen, auf diese oder eine andere Datenbank bzw. Server zuzugreifen, kann dies hierüber geschehen. Da das Logistikprogramm modular aufgebaut wurde, ist durch den Webservice diese eine Schnittstelle mit der Datenbank, bzw. dem Supervisorprogramm gegeben, die beliebig erweitert werden kann.

Der Webservice ist optional als Kommunikation zwischen dem Supervisorprogramm und den Arbeitsplätzen zur Authentifizierung o.ä. gedacht, falls eine Netzwerkinfrastruktur vorhanden ist.

Der Hauptgrund für einen Webservice im Logistiksystem sind die verwendeten Handhelds. Diese haben eine eingeschränkte Programmierschnittstelle und können z.B. nicht direkt mit der Datenbank kommunizieren oder aufwendige Funktionen ausführen. Aus diesem Grund stellt der Webservice eine Schnittstelle zur Datenbank dar und ermöglicht die Ausführung komplexer Funktionen. Der Client, in diesem Fall der Handheld, schickt eine Anfrage an den Webservice, der diese bearbeitet und das Ergebnis zurückschickt. Ein weiterer wichtiger Grund ist die Möglichkeit, mit dem Webserver eine einheitliche Schnittstelle in einem inhomogenen Umfeld zu stellen.

4.4.4 RFID

Die Daten auf den Sticks sollen per *RFID* ausgelesen und geschrieben werden. Somit benötigt jeder Arbeitsplatz und jeder Handheld einen eigenen *RFID* Reader/Writer (siehe Abb: 4.21).

Am Supervisorprogramm müssen alle *IdSticks* beschrieben und am Ende des Arbeitsprozesses wieder ausgelesen werden. Ist der Produktionsablauf fertiggestellt, wird der

4.4 Weitere Hardware

MbsStick eingelesen und die Montagebegleitdaten in die Datenbank eingetragen, sowie die Arbeitsdaten für statistische Auswertung eingepflegt.

Über den Reader und den *IdStick* kann man sich am Arbeitsplatz anmelden und hier werden auch die *MbsSticks* mit den Auftrags- und Montagedaten ausgelesen und nach erfolgreichen Arbeiten wieder beschrieben.

Bisher bekannte Probleme mit den *RFID* Reader sind das Auslesen der Transponder über die "Schnittstelle" Luft. Sowie durch den Einfluss metallischer Außenwände ist die Reichweite stark eingeschränkt. Aus

diesem Grund benötigen die Reader/Writer dementsprechend viel Energie. Dies kann bei den Handhelds ggf. zu Problemen mit der Akkulaufzeit führen. Auch müssen die Sticks nahe an das Lesegerät gehalten werden, um Daten übermitteln zu können. Die Datenübertragung über *RFID* geht noch vergleichsweise langsam, da die *RFID*-Hardwareentwicklung zum Zeitpunkt der Diplomarbeit noch nicht abgeschlossen war.

Es können z.Zt immer nur Blöcke von 8 Bit ausgelesen werden, dann muss der interne Buffer wieder mit neuen, noch nicht gelesenen 8 Bit versorgt werden. Dies und die unsichere Datenübertragung, die ständige Empfangsbestätigungen erfordert, verzögert die Übertragung von 1 kB auf ca 1s bis 1,5s. Bei einer normalen Übertragung werden im Logistiksystem im Schnitt ca. 3,5kB übertragen. Daraus folgt, die Datenübertragung würde 3,5-5s benötigen, was noch deutlich zu lang für die Praxis ist.

Daher muss die Datenstruktur möglichst klein gewählt und die Daten stark komprimiert werden, damit eine schnelle Übertragung möglich ist.

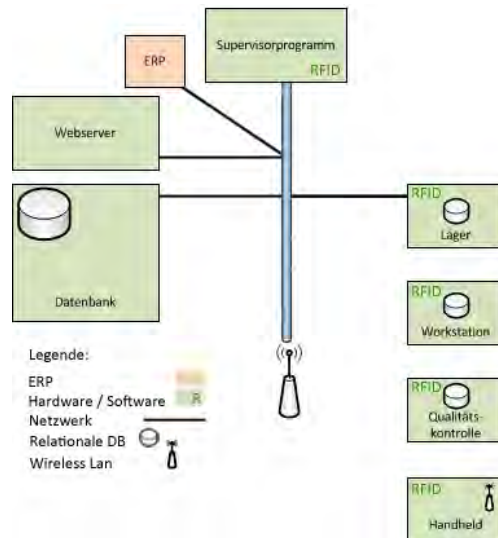


Abbildung 4.21: Jeder Arbeitsplatz benötigt einen *RFID* Reader und Writer, um mit den Sticks kommunizieren zu können.

4.5 Schnittstellen

4.5.1 SS_ERP

Die Schnittstelle zu Dynamics wurde zunächst nicht betrachtet. Grundvoraussetzung für das Logistiksystem ist eine Anbindung an jede Art von Warenwirtschafts- oder Verwaltungsprogramm. Daher ist eine direkte Kommunikation mit dem *ERP*, in diesem Fall Dynamics, nicht notwendig. Daher wurde die Schnittstelle SS_ERP erstellt, um eine strikte Trennung zwischen der *ERP* Datenbank und dem Logistikprogramm zu gewährleisten.

Es gibt zwischen dem *ERP* und dem Logistikprogramm Aufgaben für die Schnittstelle SS_ERP (siehe Abb. 4.22): Den Import in das Supervisorprogramm und die Konvertierung in das Datenbanksystem, sowie den Export aus dem Supervisorprogramm für das *ERP*.

Die Datenstruktur der Datenbank wurde so gewählt, dass die Logistikabläufe in der Montage und beim Caterer abgebildet werden können. Aus diesem Grund wurde die Datenbank des *ERP*s näher betrachtet. Es gibt nativ in Dynamics Nav einige Möglichkeiten, Daten zu exportieren, u.a. über einen sogenannten Dataport. Hier können ausgewählte Tabellen gezielt nach Daten gefiltert und in Textdateien exportiert werden. Aufgrund der Komplexität der Datenhaltung im *ERP*, existieren einige erweiterte Felder (z.B.:

Zeilennummern), um die Auftragsdaten im *ERP* Auftrag genau bestimmen zu können. Diese müssen in der Logistikdatenbank ebenfalls berücksichtigt werden.

Diese erweiterten Felder wurden in der Supervisordatenbank eingeplant und integriert, und müssen daher teilweise im Logistiksystem mitgeführt werden. Die Schnittstelle übernimmt das Umstrukturieren der Daten mit den erweiterten Feldern in die vorhandene Logistikdatenbankstruktur, sorgt beim Zurückspielen der Daten in das *ERP* für die Konsistenz der Daten und fügt die benötigten Felder wieder hinzu.

Ein Import in das *ERP* ist nur über eine,

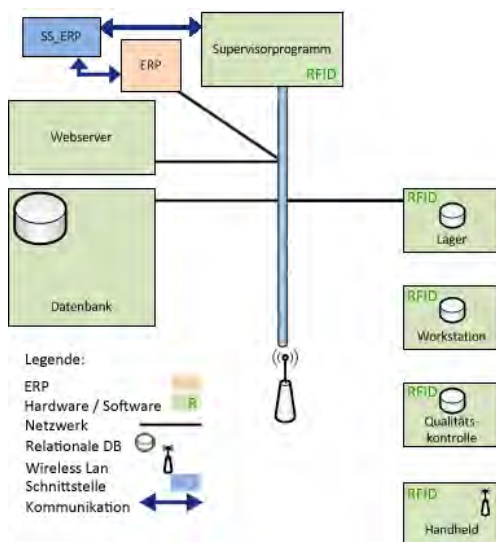


Abbildung 4.22: Die Schnittstelle erledigt den Import und Export der Daten aus dem ERP.

von einem zertifizierten Business Partner von Microsoft programmierte Schnittstelle möglich. Das Logistiksystem stellt die Daten für das Rückspielen genauso dar wie diese exportiert wurden, mit allen erweiterten und geänderten Informationen.

Diese Schnittstelle muss für jede *ERP* Lösung eigens programmiert werden. Der Programieraufwand wird aber, durch ein dafür ausgearbeitetes Datenaustauschkonzept (siehe Tab: 4.1) auf Basis von XML vereinfacht:

Listing 4.1: *Datenaustauschkonzept: Export aus dem ERP*

```

1  <?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
2  <ProductionOrder poId="45593">
3    <remQuantity>10</remQuantity>
4    <Assemblys>
5      <assembly assemblyId="45593">
6        <remQuantity>10</remQuantity>
7        <singleAssemblys>
8          <singleAssembly serialNo="">
9            <workerId></workerId>
10           <workstationId></workstationId>
11           <stockCodeId></stockCodeId>
12           <items>
13             <Item itemTypeNo="10001" chargenId="" />
14             <Item itemTypeNo="10002" chargenId="" />
15             <Item itemTypeNo="10003" chargenId="" />
16           </items>
17         </singleAssembly>
18       </singleAssemblys>
19     </assembly>
20     <assembly assemblyId="45594">
21       <assembly assemblyId="45595">
22       <assembly assemblyId="45596">
23       <assembly assemblyId="45597">
24     </Assemblys>
25 </ProductionOrder>

```

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

Die vollständigen Auftrags- bzw. Verbrauchsdaten werden aus dem *ERP* in eine XML Struktur überführt. Diese Struktur wird durch eine Typendefinition strikt vorgegeben. Die Rückmeldung (siehe Tab: 4.2) der Daten erfolgt über die selbe Typendefinition, aber nur mit den geänderten Daten:

Listing 4.2: Datenaustauschkonzept: Import in das ERP

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <ProductionOrder poId="45593">
3   <remQuantity>9</remQuantity>
4   <finishedQuantity>1</finishedQuantity>
5   <Assemblies>
6     <assembly assemblyId="45593">
7       <remQuantity>9</remQuantity>
8       <finishedQuantity>1</finishedQuantity>
9       <singleAssemblies>
10        <singleAssembly serialNo="1421091000001">
11          <workerId>ST</workerId>
12          <workstationId>AGP030</workstationId>
13          <stockCodeId>HLP02A10A</stockCodeId>
14          <items>
15            <Item itemTypeNo="10001" chargenId="CH1004" />
16            <Item itemTypeNo="10002" chargenId="CH1005" />
17            <Item itemTypeNo="10003" chargenId="CH1006" />
18          </items>
19        </singleAssembly>
20      </singleAssemblies>
21    </assembly>
22  </Assemblies>
23 </ProductionOrder>
```

Da die Sprache und Grammatik bekannt sind, kann die Kommunikation zwischen der Schnittstelle des Logistikprogrammes und des *ERPs* ohne Komplikationen auf einfachstem Weg stattfinden.

Sobald der Import in das Logistiksystem abgeschlossen ist, und die Daten in der Datenbank vorhanden sind, wird automatisch ein neuer Auftrag im Supervisorprogramm angezeigt.

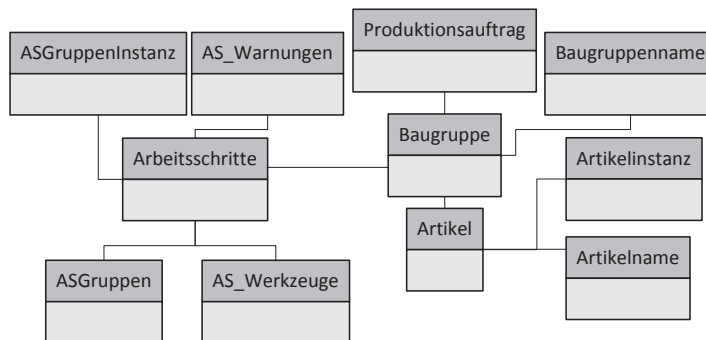


Abbildung 4.23: Ein Teil der Datenbankstruktur des Datensets ds_sp

Ein einfaches Rückspielen der Daten in die *ERP* Datenbank oder ein Import über den vorhandenen Dataport ist nur bedingt möglich, da eine Programmlogik ausgeführt werden muss. Das heißt, wird eine Rückmeldung über den Dataport eingelesen, so müssen im *ERP* mehrere Funktionen ausgeführt werden, um die Daten zu verarbeiten. Dieser Vorgang lässt sich nicht ohne weiteres automatisieren und bedarf eines Eingriffes in das ERP, z.B. über das Systemhaus, bzw. über eine so genannte Entwicklerlizenz. Mit dieser Lizenz wäre ein Nachvollziehen der Logik im *ERP* prinzipiell möglich, widerspricht aber der Definition der eindeutigen Schnittstelle zum *ERP*.

Da das Logistiksystem mit allen gängigen Warenwirtschaftsprogrammen möglichst ohne allzu große Modifikationen funktionieren soll, wurde eine Schnittstelle für den Datenimport bzw. export und der Kommunikation über ein Datenaustauschkonzept ausgearbeitet.

4.5.2 SS_DB

Die Schnittstelle Datenbank 4.24 stellt die gesamte Datenhaltung im Logistikprogramm dar. Hier finden sich alle Datensets², die für das System notwendig sind.

²Datenset ist eine (Teil-)Abbildung einer SQL Datenbank inklusive Tabellen und Daten

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur

ds_Idstick	ds_mbsstick	ds_sp	ds_export	ds_namen
header join tasks items assembly	login header taskitem assemblytask tasks	auftragsübersicht baugruppen artikel arbeitsschritte ...	fertigungsauftrag chargennummern seriennummern komponenten arbeitsgang	arbeitsplaetze arbeitsschritte arbeiter werkzeuge warnungen ...

Abbildung 4.25: Die Datasets mit ihren Tabellen für Sticks, das Supervisorprogramm, den Export und die lokalen Arbeitsplatzdatenbanken

Im Logistiksystem existieren mehrere dieser Datasets (siehe Abb: 4.25). Diese kommunizieren direkt mit der IdStick. Die Struktur der Datenspeicher gibt die Schnittstelle

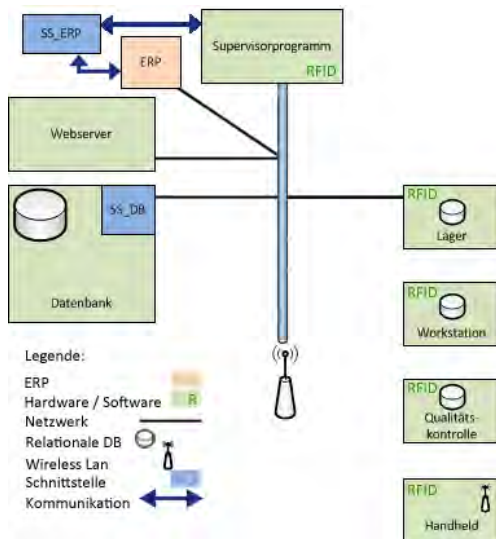


Abbildung 4.24: Die Datenbankschnittstelle stellt verschiedene Datasets zur Verfügung.

Datenbank und aktualisieren sich selbstständig, um eine konsistente Datenhaltung zu gewährleisten.

Es existieren Datasets für die Sticks, den MbsStick und den DB vor und wurde schon in Kapitel 4.3 näher erläutert.

Im Dataset ds_export existieren die Tabellen mit den Daten für den Export aus dem Logistiksystem. Hier werden die Daten aufbereitet und für den XML Export gespeichert. Die Schnittstelle ERP holt die Daten hier aus der Datenbank für das ERP. Das Dataset ds_namen beinhaltet alle Namen für die Namensauflösung auf den lokalen Arbeitsplatzdatenbanken sowie weitere notwendige Informationen.

Das Hauptdataset für das Supervisorprogramm ist das ds_sp. In den Tabellen des Datasets befinden sich alle Informationen über die Auftrags-, Arbeits- und Chargenverwaltung des Systems sowie weitere Tabellen, die den Ablauf betreffen. In Abbildung 4.23 ist ein Teil der Tabellen und die betreffenden Beziehungen zu sehen. Für die Arbeitsschrittverwaltung wird z.B. eine Instanzspeicherung der zur Zeit bearbeiteten Arbeitsschritte und die Verwaltung der Produktionsaufträge geführt.

4.5.3 SS_Stick

Die Schnittstelle Sticks 4.26 sorgt für die dezentrale Kommunikation zwischen den Arbeitsplätzen und dem Supervisorprogramm.

Die Schnittstelle beinhaltet ein Kommunikationsmodul, um mit den Sticks per *RFID* oder seriell zu kommunizieren. Das Modul kann beliebig erweitert werden.

Über das Kommunikationsmodul findet die Kommunikation mit den Sticks statt. Es kann ein beliebiger Stick ausgelesen und beschrieben werden. Die Schnittstelle meldet den Typ, den Inhalt und je nach Wunsch weitere Informationen zurück. Die Verarbeitung der Informationen übernimmt das jeweilige Programm.

Die Schnittstelle beinhaltet außer der Kommunikation auch die Datenverwaltung der Sticks. Die Datenhaltung übernehmen die Datasets *ds_IdStick* und *ds_MbsStick* über die Stick-schnittstelle. Des Weiteren findet hier auch der Datenaustausch und alle Funktionen zum Auslesen, Bearbeiten und Ändern der Daten statt.

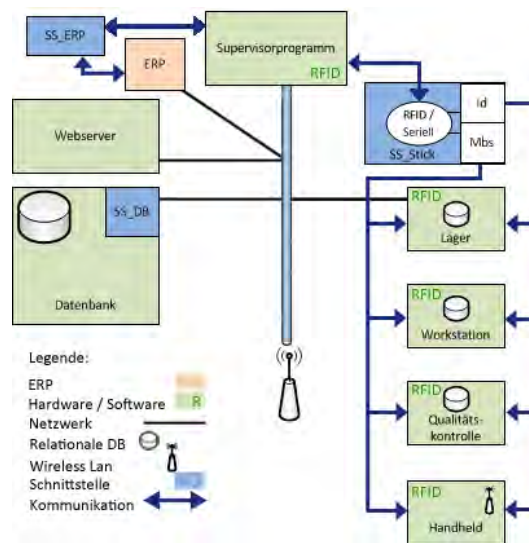


Abbildung 4.26: Die Programme kommunizieren mit den verschiedenen Sticks über eine einheitliche Schnittstelle.

4.6 Fazit

Die auf den Ablauf angepasste Systemarchitektur optimiert den Prozessablauf deutlich. Während eines Testdurchlaufes mit einem früheren Demonstrator des Logistikkonzeptes, konnte bereits eine Zeit-, und daraus resultierende Kostenersparnis rein durch die Reduzierung des Dokumentationsaufwand von ca 7,5% innerhalb des Endmontageprozesses erreicht werden.

Wie in Abbildung 4.27 zu sehen, wurde die Fehleranfälligkeit des falsch, bzw. fehlerhaften Ausfüllens des Montagebegleitscheines, durch die Digitalisierung und die elektronischen Signatur 5.4.3 deutlich verringert.

Die Qualitätssicherung wird durch den digitalisierten Ablauf ebenfalls vereinfacht und die

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur



Abbildung 4.27: Ein Montagebegleitschein und ein MbsStick mit optionaler Temperaturanzeige und integriertem RFID Transponder

Kosten minimiert.

Durch die lückenlose Dokumentation und Rückverfolgbarkeit sowie den Einsatz der mobilen Datenspeicher resultiert eine bessere Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Abläufe, die gleichzeitig eine weitere Zeit- und Kostenersparnis mit sich bringt.

Dies geschieht mit minimalen Änderungen der bisherigen Abläufe durch Hinzufügen eines mobilen Datensticks an den vorhandenen Warenfluss.

Wie in der abstrakten Abbildung 4.28 zu sehen, kann das Logistiksystem (Grün) in ein bestehendes System (Blau) integriert werden. Das Supervisorbasisprogramm stellt die Kommunikation mit den Sticks und dem ERP bereit. Die zwei Module "Chargenverwaltung" und "Lagerplanung" werden vom bestehenden System übernommen und die "Arbeits- und Auftragsverwaltung" übernimmt das Logistiksystem.

Das Ziel der integrierten Logistiklösung, ebenso wie eine Komplettlösung wurde durch einen modularen und flexiblen Hard- und Softwareansatz erreicht.

Die ideale Lösung der dezentralen Datenübertragung stellen die mobilen Datenspeicher, die Sticks, dar. Abstrakt betrachtet sind dies einfache USB Sticks mit einer Schnittstelle, einem Display und einer Anschlussmöglichkeit für weitere Sensoren.

RFID in Verbindung mit Prozesssignierung, schafft eine innovative Basis für einen fälschungssicheren und zukunfts-trächtigen Prozessablauf beim Caterer.

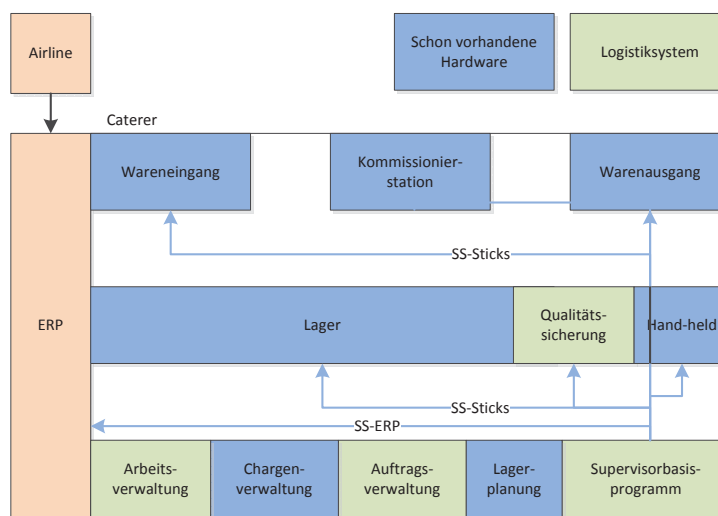
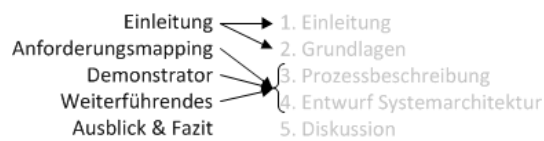


Abbildung 4.28: Abstrakte Abbildung eines Caterers mit vorhandener Hardware (Blau) und dem integrierten Logistiksystem (Grün)

4 Entwurf geeigneter Systemarchitektur



5 Diskussion

5.1 Einleitung

Die Effizienzsteigerung der Airline-Cateringprozesse durch das Logistiksystem erfolgt anhand der Optimierung der Endmontage bei B&W und stellt den Machbarkeitsnachweis für den Caterer dar. Durch die Anpassungen des Ende zu Ende Cateringprozesses, kann der komplexe Ablauf des Airline Catering an den unternehmensübergreifenden Schnittstellen [BB10] verbessert und optimiert werden.

Die technische Umsetzung herkömmlicher Art scheitert meist schon an der Komplexität der Infrastruktur und daher wurde versucht, die bisherigen Abläufe, weitestgehend beizubehalten und zu verbessern. Die internen Logistikabläufe (siehe Abb: 5.1) entsprechen den allgemeinen Abläufen eines normalen Logistikers, aber der Zusammenhang im Gesamtprozess erschwert eine einfache Lösung.

Die bisherigen Abläufe haben meist konventionelle Schnittstellen für die Auftragsverwaltung beim Kommissionieren, wie über "Laufkarten" als Aufträge oder vordefinierte Speisepläne in Ordnern mit Bildern. Die Chargen- bzw. Frischeverwaltung der Speisen wird in den meisten Fällen per Farbetikett beschriebenen Aufkleber oder Laufkarten mit Barcodes durchgeführt.

Diese "Zettelwirtschaft" bei den Abläufen innerhalb des Caterers ist ein Ansatz für Transpa-

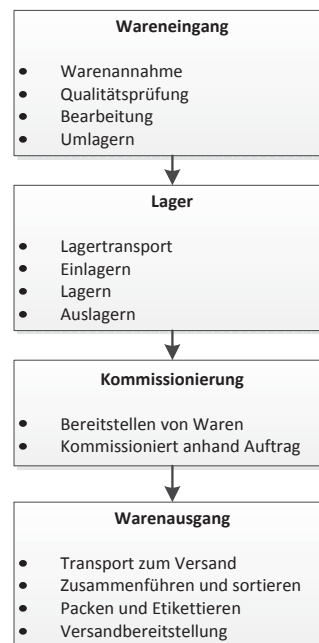


Abbildung 5.1: Vereinfachte allgemeine Logistikprozesse

5 Diskussion

renz, aber durch die manuellen Kontrollen der Aufträge sind hohe Personal- und Zeitkosten die Folge. An den Rampen lagern hunderte Transportbehälter und eine Auftragszugehörigkeit ist nur über angeheftete Auftragsnotizen und Ladelisten möglich.

Durch die intransparenten Prozessabläufe, kann es immer wieder zu Fehlern bei der Beladung kommen. Da bei der Bestellung vertraglich penibel festgehalten ist, wieviele Speisen/-Getränke, Verbrauchs- und Gebrauchsgüter sowie sicherheitsrelevante Güter wie Medizinartikel o.ä. verladen werden müssen, kann eine geringe Abweichung bereits zu Strafen in Form von Penalties führen.

Im komplexen Gesamtablauf spielen viele Teilnehmer eine Rolle [HMR11]. Während des Ablaufes sollen keine Fehler in der Prozesskette geschehen. Durch das "rotierende Equipment" erhöht sich der Aufwand an die Logistik enorm. Diese Stakeholder müssen *just-in-time* koordiniert werden und der Weg einer Ware ist lang bis es vom Zulieferer mit dem Equipment an Bord des Flugzeug ist.

Da die Logistik mittlerweile im Vordergrund steht und weniger das Zubereiten der Speisen, haben viele Caterer ihre Produktionsstätten ausgelagert oder an externe Dienstleister abgegeben.

Im Vergleich zur normalen Ende-zu-Ende Logistik, wie man sie bei einer Spedition oder der Deutschen Post finden kann, ist die Logistikkette beim Airline Catering deutlich komplexer. Im Laufe dieser Arbeit wurden einige alternative Logistikkonzepte kurz vorgestellt. Diese stellen im Allgemeinen eine Lösung für einen Teil der Abläufe dar und berücksichtigen nicht die komplette Prozesskette des Airline Caterings.

Im Gegensatz dazu wurde ein Logistikkonzept entwickelt, welches sich über eine dezentrale Datenkette an den bisherigen Informations- und Warenfluss anhängt. Dadurch kann an beliebigen Prozessfragmenten mit Hilfe von Datensticks interagiert werden. Beim Caterer werden die internen Abläufe über einen digitalen Montagebegeleitschein erweitert, so kann der Transporteur oder die Crew im Flugzeug hierüber wichtige Informationen abrufen. Das System kann zusätzlich als Gesamtlösung integriert werden oder nur in Teilbereichen. Grundvoraussetzung sind die mobilen Dateneinheiten mit einer speziellen Datenschnittstelle.

Die Fluggesellschaften stechen durch aufwendige Servicekonzepte für den Passagier hervor. Das Logistikkonzept kann nahezu unbemerkt dem Warenfluss folgen und erweiterte Informationen an Bord des Flugzeuges bringen. Je nach Wunsch, kann weitere Software zum Abbilden innovativer Servicekonzepte für den Passagier als Stand-Alone Lösung

on Bord integriert werden oder als “Software as a Service” (SaaS) über einen Dienstleister (eventuell sogar InHouse), wie beispielsweise LH Systems für die Deutsche Lufthansa AG.

5.2 Anforderungsmapping

Die Anforderungen, die in Kapitel 3.3.1 behandelt wurden, sind hier in einer Tabelle zusammengefasst und wurden anhand des Demonstratorablaufes (siehe Abb: 5.3) und der Systemarchitektur (siehe Abb: 5.2) überprüft.

Während der Entwicklungsphase wurden die Anforderungen regelmäßig gegen die Entwürfe und Konzepte evaluiert. Die Evaluation war ein wichtiger Bestandteil, aufgrund der Komplexität des Logistiksystems.

Die Grafik zum Thema Anforderungsmapping ist in drei Teile unterteilt: Die *Top Level Requirements* (TLR), die *Functional and Operational Requirements* (FOR) und die *System Requirements* (SR). Diese Requirements werden anhand des Demonstratorablauf und der Systemarchitektur geprüft, um zu zeigen, dass die Anforderungen an den jeweiligen Leistungsstellen und Hardware berücksichtigt wurden.

Systemarchitektur					
X = Zutreffend					
		Arbeits- plätze	Sticks	Weitere Hardware	Schnitt- stellen
Nr	TLR	Nr			
1	Informationslücken schließen	1	X	X	X
2	geringe Ablaufsänderung	2	X	X	X
3	Modularität	3	X	X	X
4	Einfache Handhabung / Bedienung	4	X		
5	Flexibler Einsatz / autarkes System	5	X	X	X
6	Integration / Installation	6	X	X	X
FOR					
7	Caterer - Kommissionierauftrag	7	X	X	X
8	Übergabe - Inventur Quittung	8	X	X	X
9	Trolleys / CTBs Fluginformation	9		X	X
SR					
10	Prozesssicherheit on-Ground	10	X	X	X
11	Kontrollmöglichkeit	11		X	X
12	Datensicherheit	12	X	X	X
13	Kontinuierliche Datensynchronisation	13	X	X	X

Abbildung 5.2: Anforderungsmapping der gewählten Requirements gegen die Systemarchitektur

① *Informationslücken schließen* - Die Informationslücken werden durch den dezentralen Datenfluss der Sticks im kompletten Logistiksystem geschlossen. Diese Sticks werden an den Arbeitsplätzen über Schnittstellen beschrieben und durchgängig von Anfang bis Ende im kompletten Demonstratorablauf verwendet.

② *geringe Ablaufänderung* - Die Zusammenfassung der einzelnen Programme des Caterers zu einer Auftrags-, Arbeits- und Verwaltungssoftware ermöglicht einen weitgehend unveränderten Ablauf mit lediglich geringen Änderungen. Sofern das bisherige System diese Daten bereitstellen kann, integriert sich das Supervisprogramm nahtlos in den bestehen-

5 Diskussion

		Demonstrator									
X = Zutreffend											
		Wareneingang	SP - Arbeits- und Chargenverwaltung	SP - Auftragsverwaltung	Lager - AV	Montage	Fehlerfall	Transportauftrag	Reparaturauftrag	Qualitätssicherung	SP - Rückmeldung
Nr	TLR	Nr									
1	Informationslücken schließen	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	geringe Ablaufsänderung	2	X			X	X	X	X	X	
3	Modularität	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Einfache Handhabung / Bedienung	4		X	X	X	X		X	X	X
5	Flexibler Einsatz / autarkes System	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Integration / Installation	6									
FOR											
7	Caterer - Kommissionierauftrag	7				X	X				
8	Übergabe - Inventur Quittung	8	X							X	X
9	Trolleys / CTBs Fluginformation	9				X					
SR											
10	Prozesssicherheit on-Ground	10				X	X	X	X	X	
11	Kontrollmöglichkeit	11									
12	Datensicherheit	12									
13	Kontinuierliche Datensynchronisation	13		X	X						X

Abbildung 5.3: Anforderungsmapping der gewählten Requirements gegen den Demonstrator

den Ablauf und dient nur dem Beschreiben der IdSticks zur Auftragsverteilung.

Durch die Kommunikation über *RFID* Reader / Writer, den Einsatz von Sticks und die Schnittstellen, integrieren sich die restlichen Arbeitsplätze vollständig in den bestehenden Ablauf.

③ *Modularität* - Der Demonstrator ist modular, da sich die einzelnen Arbeitsplätze, bzw. Leistungsstellen beliebig in den Ablauf hinzufügen oder entfernen lassen, ohne das Gesamtsystem zu beeinflussen.

Dies ist u.a. möglich durch die dezentralen mobilen Datenspeichern, den Sticks und der universellen Schnittstelle, mit der die Daten verarbeitet werden. Die Verwaltung der Daten übernimmt, wie in ② beschrieben, das Supervisorprogramm mit den Modulen Arbeits-, Chargen-, Auftrags- und Lagerverwaltung. Können die Stammdaten nicht vom ERP geliefert werden, so bietet das modulare Supervisorprogramm diverse Module (Chargenverwaltung, Lagerplatzverwaltung, etc.) an, um diese Aufgaben auszuführen und die Daten bereit zu stellen.

④ *Einfache Handhabung / Bedienung* - Die einfache Bedienung ergibt sich aus dem strikten Ablauf der Programme, schränkt dem Benutzer die Freiheitsgrade auf ein einstellbares Minimum ein und erlaubt nur die Abarbeitung der Arbeitsschritte in einem vorher definierten Ablauf. Nach erfolgreichem Ausführen, werden die Aufträge automatisch elektronisch signiert. Das Supervisorprogramm wurde so programmiert, das mittels einer intuitiven grafischen Visualisierung die Verwaltung der einzelnen Module, sowie der Arbeitsplanung so einfach wie möglich gestaltet wurden.

⑤ *Flexibler Einsatz / autarkes System* - Die Systemarchitektur verhält sich bei Prozessänderungen sehr flexibel [DRRM11]. Ändern sich die internen Abläufe, so kann das Logistiksystem einfach an die geänderten Abläufe angepasst werden. Da die Kommunikation dezentral über Sticks abläuft, bildet das Logistiksystem durch die weitere Hardware, den Einsatz von Sticks, einen nicht sequentiellen Ablauf, der nahezu beliebig in jeden Logistikauftrag integrierbar ist, ab. Nicht sequentiell bedeutet hier, die Reihenfolge der Abläufe, bzw. der Arbeitsplätze ist nicht fest vorgegeben, sondern flexibel und individuell anpassbar. Ebenso kann sich das Supervisorprogramm, wie in ② und ③ beschrieben, durch die verschiedenen Module flexibel an jede Situation anpassen.

⑥ *Integration / Installation* - Die Integrations-, bzw. Installationsanforderungen des Logistiksystems sind gering. In den meisten Fällen ist eine Rechnerinfrastruktur schon vorhanden, die zwar durch die weitere Hardware erweitert werden muss, aber weiterhin genutzt werden kann. Da, wie bereits erwähnt, von einer fehlenden Netzwerkinfrastruktur ausgegangen werden muss und das Logistiksystem dezentral verläuft, entfällt der Installationsaufwand hierfür. Jedes Programm kann theoretisch auf jedem der bereits im Catererauftrag vorkommenden Computer an den Leistungstellen eingerichtet werden, welche aufgrund des bestehenden Arbeitsablaufes schon vorhanden sind. Dies minimiert den Installations- und Integrationsaufwand merklich. Die Systemarchitektur ist ideal an die Anforderung *Integration/Installation* angepasst, da die Arbeitsplätze, die Sticks, die weitere Hardware und die Schnittstellen minimalen Installationsaufwand benötigen.

⑦ *Caterer - Kommissionierauftrag* - Das Kommissionieren beim Caterer entspricht im Demonstrator dem Lager zur Vorbereitung und der Montage zum Abarbeiten der Arbeitsschritte. Hier wurde umgesetzt, dass jeder Mitarbeiter jeden Arbeitsschritt, den er ausführt elektronisch bestätigen muss, um einen eindeutigen Verantwortlichen zu definieren. Um die Daten dem weiteren Ablauf zur Verfügung zu stellen, muss die Systemarchitektur dafür ausgelegt sein.

⑧ *Übergabe - Inventur Quittung* - Sofern der Caterer an der Rampe die Qualitätskontrolle durchführt, werden die Daten des Auftrags gegen die hergestellten Daten aus u.a. *Caterer - Kommissionierauftrag* gegengeprüft, da diese nun digital vorliegen. Sind alle Transportbehälter vollständig, können diese an das ERP zurückgemeldet werden und die Daten werden

5 Diskussion

digital bei der Übergabe mit der Crew anhand deren Bestellliste abgeglichen. Zusätzliche Informationen wie Inhaltsstoffe, Art und Menge der Mahlzeiten und der Duty-Free Artikel werden ebenfalls übermittelt und können an Bord weiterverarbeitet werden.

Beim Wareneingang werden die zuvor übergebenen Sticks und das "rotierende Equipment" angenommen und dem Daten- und Warenfluss wieder zugeführt. Dies wird von der vollständigen Systemarchitektur unterstützt.

⑨ *Trolleys / CTBs¹ - Fluginformation* - Um die Fluginformationen am Stick anzuzeigen, müssen diese beschrieben werden (im Demonstrator im Lager). Dazu werden die Sticks, der *RFID*-Writer und die Schnittstellen benötigt. Durch die visuelle Unterstützung, kann ohne großen Aufwand der nächste Lagerplatz, bzw. Arbeitsplatz angezeigt werden.

⑩ *Prozesssicherheit on-Ground* - Die Prozesse am Boden werden u.a. dank Prozesssiegung, der visuellen Unterstützung an den Sticks und anhand des durchgängigen und vollständigen Warenflusses unterstützt. Durch transparente Abläufe kann jeder Prozess nachvollzogen und zurückverfolgt werden. Dazu zählen die Lager, Montage, Transport- und Reperaturaufträge sowie die Qualitätssicherung. Die Handhelds unterstützen die *Prozesssicherheit on-Ground* durch das Controlling der lagernden Behälter, sowie im Fehlerfall durch eine mögliche Nachkommissionierung.

⑪ *Kontrollmöglichkeit* - Mittels der Schnittstelle und der weiteren Hardware können die IdSticks und MbsSticks beschrieben werden. Anhand der dezentralen Verfügbarkeit der Daten können an jedem Prozessschritt im Ablauf die bisherigen Daten ausgelesen und ausgewertet werden. Unterstützung der Kontrollen ist im Ablauf durch die Handhelds gegeben. Durch das Monitoring können einzelne Transportbehälter überprüft werden, ob diese zum aktuellen Auftrag gehören oder deren Inhalte angezeigt werden. Aufgrund der ständigen Verfügbarkeit der Daten an jedem Prozessschritt, sind diese sofort zu Kontrollen oder Änderungen verfügbar, ohne erst von einem zentralen System angefordert werden zu müssen.

⑫ *Datensicherheit* - Da alle Daten lokal auf den Arbeitsplätzen, auf den Sticks und im Supervisorprogramm gespeichert sind, können die Daten zu jedem Zeitpunkt wiederhergestellt werden und sind dadurch redundant. Der Datenzugriff ist gesichert und kann nur

¹Catering Transport Behälter

vom Supervisor oder Berechtigten durchgeführt werden.

⑬ *Kontinuierliche Datensynchronität* - Diese Anforderung betrifft das Supervisorprogramm, welches in regelmäßigen, definierten Zyklen Daten an das ERP zurückmeldet. Die Rückmeldung der Arbeitsstationen übernimmt der *IdStick*. Am Ende des Prozesses werden die Behälter durch den *MbsStick* zurückgemeldet.

Das Logistiksystem wurde auf eine hohe Skalierbarkeit ausgelegt, um den Ansprüchen des Airline Catering gerecht zu werden. Die komplexen Abläufe und vielen Sichten der Prozesse können das System optimal an gegebene Umstände anpassen. Durch die Modularität und Flexibilität der Systemarchitektur, ist eine Anpassung an Anforderungsänderungen möglich. Der Ablauf ist dank der Dezentralität nebensächlich und der Datenfluss kann sich immer an den Warenfluss angleichen. Die einfache Arbeitsschritt- und Arbeitsplanung im Supervisorprogramm, kann auf Arbeitsplanänderungen direkt reagieren und den Ablauf anpassen.

5.3 Demonstrator

5.3.1 ERP

Der Beginn und das Ende des Logistikablaufes stellt das *ERP* dar und das im Haus verwendete Microsoft Dynamics Nav wird als Machbarkeitsnachweis für die Schnittstelle des Supervisorprogramms zum *ERP* verwendet.

Bisher war die Schnittstelle zum *ERP* papierbasiert. Es wurden alle notwendigen Informationen auf einen Montagebegleitschein notiert und später in das *ERP* händisch nachgetragen. Dieser Vorgang sollte durch das Logistikprogramm automatisiert werden.

Es wurde eine Schnittstelle definiert, die für jedes *ERP* funktionieren soll, damit ein konsistenter Datenaustausch zwischen dem *ERP* und dem Logistikprogramm gewährleisten werden kann. Um die Eigenarten der jeweiligen Warenwirtschaftsprogramme zu erforschen, wurde eine Umfrage bei diversen *ERP* Systemhäusern gestartet. Das Ergebnis dieser Umfrage war sehr einheitlich. Es bedarf einer Anpassung durch ein Systemhaus, oder es muss auf den im System vorhandenen Datenexport zurückgegriffen werden, damit ein Datenaustausch stattfinden kann.

5 Diskussion

Daher muss die Schnittstelle so einfach und effektiv wie möglich die Daten zwischen dem *ERP* und dem Logistikprogramm austauschen. Damit der Datenaustausch reibungslos funktioniert, wurde während der Planungsphase das *ERP* und seine Datenstruktur näher betrachtet. Die Prozessabläufe im Programm sind verständlich, aber die Speicherung der Daten erfolgt mehrfach in etlichen Tabellen [KR11a]. Die Anzahl der Tabellen im Programm ist dreistellig. Zwar sind diese teilweise verständlich benannt, aber eine konsistente Speicherung ist nicht zu erkennen. Um direkt im Programm die Speicherung nachzuvollziehen, wird eine sehr teure Entwicklerlizenz benötigt, welche den Budgetrahmen des Forschungsprojektes überschritten hätte.

Für den Export aus dem *ERP* im Rahmen des ersten Prototypen des Logistikprogrammes, wurde versucht die Daten über ODBC² direkt aus der Datenbank zu lesen. Theoretisch machbar, allerdings war auch nach längerer Einarbeitung ohne Entwicklerlizenz nicht klar, ob dies die richtigen Daten für den Auftrag waren.

Als Workaround wurde der interne Dataport des *ERPs* benutzt, welches ermöglicht einzelne Tabellen als CSV Datei auszugeben. Dies war der erste Export aus dem *ERP*. Diese Textdatei wurde dann von der Schnittstelle *ERP* über einen funktionsmächtigen Wrapper in unsere Datenbankstruktur geparkt.

Noch umständlicher als der Export aus dem *ERP* ist der Import in das *ERP*. Hier müssen die Daten manuell in viele Buchungsblätter des *ERPs* eingetragen und per Knopfdruck verarbeitet werden. Eine manuelle Einlesemöglichkeit besteht zwar auch über den Dataport, aber es kann keine Logik im Programm ausgeführt werden. So stehen die Daten dann ohne Zusammenhang in der Datenbank.

Die Lösung für den Ex- und Import aus dem *ERP* stellt eine einheitliche Schnittstelle, das *SS_ERP*, dar. In der Konzeptionsphase wurden viele verschiedene Ansätze diskutiert um den Datenaustausch zwischen den beiden Systemen zu ermöglichen. Da ein direkter Austausch zwischen den Datenbanken durch die Anforderung einer strikten Schnittstelle nicht möglich ist, muss der Austausch auf einer anderen Basis stattfinden. Eine Möglichkeit ist das Generieren von XML Dateien anhand der Auftragsstruktur. Dies ermöglicht das Abbilden der Auftrags- und Stammdaten der einzelnen beteiligten Baugruppen in ein maschinenlesbares Format, welches von nahezu jedem Programm durch minimale Anpassung generiert werden kann. In Rücksprache mit dem *ERP* Systemhaus von B&W, wurden die Lösungsmöglichkeiten diskutiert und der konzeptionelle Ansatz des Datenaustausches über XML gewählt. Alle anderen *ERPs* können Textdateien exportieren und so muss nur

²Open Database Connectivity - Eine SQL Datenbankschnittstelle

die Struktur der Dateien und ggf. das Format angepasst werden.

Diese definierte Datenschnittstelle ermöglicht einen schnellen und einfachen Austausch der benötigten Daten zwischen den beiden Systemen. Anhand dieser Struktur wird auch der Import in das *ERP* gehandhabt. So kann jedes Systemhaus einen einfachen Ex- und Import für das jeweilige *ERP* schreiben.

5.3.2 Supervisorprogramm

Das Supervisorprogramm stellt beim Caterer je nach gewünschter Anforderung einen Teil oder alle Module für eine Gesamtlösung bereit, um in ein bestehendes System integrierbar zu sein. Um dies zu erreichen, wurde das Supervisorprogramm modular entwickelt und kann so, sofern kein anderes Programm oder *ERP* dies erfüllt, die komplette Arbeits-, Chargen-, Lager-, Auftrags- und Mitarbeiterverwaltung, oder nur einzelne dieser Aufgaben, übernehmen.

Zum Beispiel existiert die Chargenverwaltung in den meisten Fällen bereits beim Caterer, da eine dokumentierte Lebensmittel-, bzw. Essensmarkierung schon vorhanden und digital dokumentiert ist.

Die Zeitplanung muss im Supervisorprogramm erfolgen, da sonst die Planung doppelt statt findet. Dabei werden die Arbeiter auf die Arbeitsstationen verplant, die Chargen, sowie deren Lagerplätze definiert und die *IdSticks* beschrieben.

5.3.3 Datenfluss

Der Datenfluss wird direkt an den Warenfluss angehängt und die *IdSticks* erfüllen Authentifizierungs- und die *MbsSticks* Montagebegleitscheinfunktionen. Das dezentrale Konzept ermöglicht eine effektive Datenverwaltung verteilter Ressourcen, speziell in Umgebungen, in denen Daten bzw. Ressourcen lokal entstehen und sich dynamisch ändern.

Daher werden auf den *IdSticks* alle Auftrags-, Monteur- und Chargendaten dezentral gespeichert, die notwendig sind, um den *MbsStick* mit allen Chargen und Montagebegleitscheininformationen zu füllen. Für die Datenspeicherung und Übertragung wäre prinzipiell auch ein einfacher USB-Stick eine



Abbildung 5.4: Die Stecker-schnittstelle eines handelsüblichen USB - Sticks

USB Sticks	
Pro	Kontra
Datenübertragungsprotokoll vorhanden	Schnittstelle durch Stecker (siehe Abb: 5.4) fest vorgegeben
Speicherplatz	USB für jeden benutzbar
Schnelle Datenübertragung	Keine Sensorik anschließbar
Plug'n Play an jedem Computer	Kein Display
Kostengünstig	Drahtbehaftete Übertragung per Stecker
	Verschleiß, Verschmutzung, Handhabung
	Verkaufspolitik: Eigenes Modul als Alleinstellungsmerkmal

Tabelle 5.1: Vergleich USB Sticks

Eigene Sticks	
Pro	Kontra
Sensorik anschließbar und beliebig erweiterbar	Übertragungsrate so schnell wie Schnittstelle
Skalierbarkeit durch individuelle Hardware, Sensoren und Schnittstelle	proprietäres Datenkommunikationsprotokoll notwendig

Tabelle 5.2: Vergleich eigener Sticks

Lösung. Wie in Tabelle 5.1 zu sehen, überwiegen die Nachteile deutlich. Obwohl einige Vorteile für USB sprechen, wie deutlich mehr Speicher und das es kostengünstiger ist, eignet sich USB nicht für das Logistikkonzept.

Einerseits wäre der Schwund durch Diebstahl aufgrund der "Allerweltschnittstelle" USB enorm hoch, andererseits fehlt die Erweiterbarkeit mit benötigten Sensoren für Temperatur o.ä. Hinderlich ist auch die feste Schnittstelle (siehe Abb: 5.4), die nicht skalierbar und durch den Stecker auf eine direkte Anbindung angewiesen ist. Eine proprietäre (Funk-) Schnittstelle dazu wäre, eine aufwendig zu entwickelnde Alternative und es müsste ein Datenkommunikationsprotokoll erstellt werden, sowie würde ein Lese- und Schreibadapter dafür benötigt werden, welches zusätzlich entwickelt und produziert werden müsste. Die eigens entwickelten mobilen Datenspeicher stellen im Logistiksystem eine Besonderheit dar (siehe Tab: 5.2). Diese wurden dafür ausgelegt, den Datenfluss effektiv umzusetzen. Die *RFID* gestützten Datenspeicher beinhalten eine Batterie, ein Display und einen internen

Speicher. Die Hardware ist eine Eigenentwicklung und stellt ein stromsparendes, minimales System dar, das skalierbar, sowie erweiter- und anpassbar ist. Dadurch kann nahezu jede beliebige Sensorik, wie Temperatursensoren etc. oder Datenschnittstelle angeschlossen werden. Durch die Skalierbarkeit ergeben sich allerdings auch Nachteile im Vergleich zu einem USB Stick.

Die Übertragungsrate ist nur so schnell wie die angeschlossene Datenschnittstelle und es muss ggf. ein eigenes Datenkommunikationsprotokoll entwickelt werden. Sobald Daten von einem Gerät zum anderen ausgetauscht werden, benötigt man ein Protokoll zwischen den Instanzen. Auf den entwickelten Sticks befindet sich ein energieeffizienter Mikrocontroller mit 16Kb internem Speicher. Auf diesem Speicher ist ein einfaches Dateisystem vorhanden und die Daten müssen Byte- oder Blockweise geschrieben, damit alle Daten untergebracht werden. Damit man nicht benötigte Daten im Speicher nicht überschreibt, muss die Länge der zu schreibenden Daten bekannt sein, um freien Speicherplatz zu finden. Sollte kein Platz mehr in ausreichender Länge verfügbar sein, müssen Daten gelöscht werden (siehe Abb: 5.5). Des Weiteren müssen die Daten über einen CRC-Wert³ auf ihre Korrektheit und Vollständigkeit überprüft werden. Es müssen Steuerbefehle gesendet werden, damit der Controller die Daten aus dem Speicher schreibt oder liest und um die Sensorik auslesen zu können. Die interne Verarbeitung dieser Steuerbefehle und Daten benötigt viel Energie und kostet Zeit. Dies stellt die Programmierung des Controllers vor eine Herausforderung. Um die Kommunikation energieschonend und effizient zu gestalten, wurde das Datenkonzept aus dem .NET Framework, die Datasets, verwendet. Diese stellen die Daten in Tabellenform dar und werden komplett ausgelesen, editiert und wieder zurückgeschrieben (siehe Abb: 5.5). Somit benötigt der Controller weniger Intelligenz für die Datenspeicherung und kann anhand der Steuerbefehle (z.B. "i" = Id auslesen, "d" = Daten schreiben, "t" = Temperaturdaten auslesen), die ihm zugeordneten Aufträge sofort und ohne große Eigeninitiative ausführen. Auf den ersten Blick erscheint diese Methode aufwendiger als eine eigene Datenstruktur. Allerdings müssen viele Daten an unterschiedlichen Stellen geändert oder hinzugefügt werden, so dass ein komplettes Beschreiben aller Daten auf einmal schneller funktioniert, als mehrfach kleine Dateien zu übertragen und jedesmal über den CRC-Wert zu verifizieren.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass der Stick die Datenhaltung und das Logistikprogramm die Datenverwaltung übernimmt. So kann jede beliebige Kommunikationsschnitt-

³Prüfsummenverfahren, um Fehler bei der Datenübertragung zu erkennen

5 Diskussion

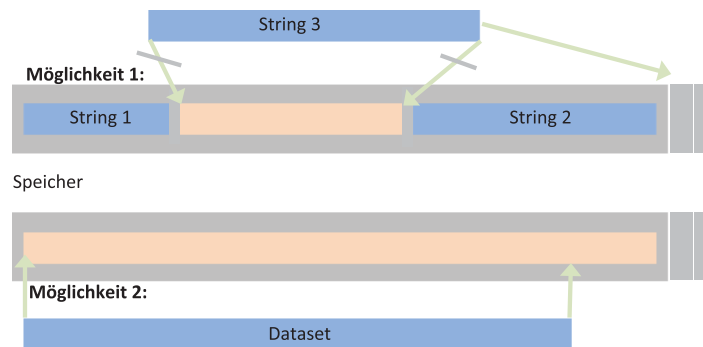


Abbildung 5.5: Speichermöglichkeiten der Daten auf den Sticks

Vergleich USB / Eigenentwicklung	
Eigenentwicklung	USB Stick
Skalierbarkeit	USB Standard
Sensorik	Kostengünstig

Tabelle 5.3: Vergleich von USB Sticks zur Eigenentwicklung

stelle wie RFID, RS232 o.ä. verwendet werden. Der Stick wird als reiner Datenstick benutzt und sollte aus Stromspargründen möglichst wenig arbeiten müssen.

Im direkten Vergleich der beiden Stickarten erschließt sich sofort der Grund für eine Eigenentwicklung (siehe Tab: 5.3). Die Sticks sollten möglichst anpassbar sein und über Funk Daten übertragen können, um ein lästiges Ein-, bzw. Umstecken zu vermeiden. Zudem soll die Möglichkeit bestehen, Sensoren anzuschließen. Zwar ist USB standardisiert und kostengünstiger in der Anschaffung, aber es werden die Anforderungen zur Skalierbarkeit nicht erfüllt. Die Kostenersparnis bei Herstellung und Beschaffung ist nur sekundär zu betrachten, da der Datenspeicher an den Transportbehältern beim Caterer angebracht wird, können diese leicht entwendet und für private Zwecke benutzt werden. Dadurch entstehen unnötige, vermeidbare Kosten. Ein weiterer Nachteil ist der Datenspeicher, ein USB Stick ist deutlich überdimensioniert, da die im Logistiksystem gespeicherten Daten nicht größer als 10-15Kb sind.

Die IATA⁴ hat eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, welche im Rahmen eines Testlaufes mit einem Caterer den Einsatz von *RFID* im Bereich des Trolley Tracking und Tracing verifiziert und einen *RFID* Standard (RP1740C) verabschiedet hat. In diesem Programm "Simplifying the Business" (StB) wurden einige Studien durchgeführt, u.a. das "Baggage Improvement Program" (BIP) [iat11a]. B&W war Mitglied dieser Arbeitsgruppe bei der Evaluation und Standardisierung von *RFID* im Bereich des Trolley Tracking und Tracing.

Aus den Ergebnissen und Informationen aus dieser Arbeitsgruppe, wurde die Einbindung von *RFID* bei B&W geplant und anhand des entwickelten Standards implementiert, um für den Standard der IATA kompatibel zu sein und ein zukunftssicheres System im Bereich der Luftfahrt zu gewährleisten.

In der Stellungnahme der IATA zum Thema *RFID* [iat11b] wurde der Standpunkt zum Thema Tracking und Tracing von Gepäck deutlich benannt: "Eine falsche Handhabung der Gepäckstücke bei 1 von 1000 Passagieren benötigt kein *RFID*, um das Problem zu lösen" - Diese Aussage ist sehr einseitig getroffen. Zwar mag die Infrastruktur so gut sein, dass kaum Fehler passieren, dennoch wird der Zufriedenheits- und Kostenaspekt durch eine Verbesserung der Infrastruktur und internen Abläufe durch die Möglichkeiten von *RFID* ausser Acht gelassen.

Da der Speicher auf den marktüblichen Transpondern stark begrenzt ist, existiert eine zusätzliche Speichermöglichkeit auf den Sticks, welche die Daten über *RFID* übertragen. Dieser Speicher ist dennoch klein und für geringen Stromverbrauch optimiert. Daher ist es notwendig, die darauf gespeicherten Daten so gering wie möglich zu halten, sowie unnötige Dateiübertragungen zu vermeiden.

Die Übertragung per *RFID* ist in der Praxis eine schon bewährte Technologie, daher ist die Schnittstelle zur Datenübertragung für die Zukunft ausgelegt.

Durch die einfache Bedienbarkeit des Systems und die Bestätigung einzelner Arbeitsschritte mit der Speicherung auf den Datenträgern, kann über den kompletten Prozess nachgewiesen werden, wer welche Arbeitsschritte erledigt und welche Waren produziert, bzw. eingelagert wurden. Da nun alle Trolleys durch die Datensticks wissen, welcher Inhalt in ihnen transportiert wird, kann die Endkontrolle digitalisiert ablaufen und ein Vergleich der Bestellliste mit den Trolleys wird effizient und mit minimalem manuellen Aufwand betrieben. Dies führt auch zu einer Minimierung der menschlichen Fehlerquellen durch Verzählen o.ä.. Des Weiteren sollen durch die technische Unterstützung menschliche Fehlerquellen generell beim Dokumentieren und Kontrollieren auf ein Minimum reduziert werden.

⁴International Air Transport Association, Dachverband der Fluggesellschaften

5 Diskussion

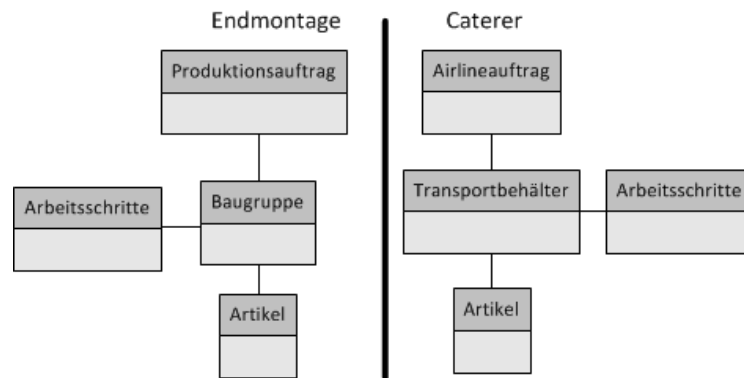


Abbildung 5.6: Identische Struktur zwischen Caterer und Montage

5.3.4 Supervisor DB

Eine Schwierigkeit beim Entwickeln der Datenbank für das Logistiksystem war die Planung der Struktur für die Endmontage und andere Logistikkonzepte.

Wie schon erwähnt, wurde die Datenbank von Microsoft Dynamics Nav betrachtet und mit den ersten Konzepten der entwickelten Logistikdatenbank verglichen.

Es gibt einzelne Bereiche für die Auftragsdaten, die geplanten Daten, Mitarbeiter- sowie Arbeitsplatzdaten, Chargeninformationen und eine Instanzverwaltung für die Arbeitsschritte.

Die Struktur der Datenbank ist so geplant, dass die Tabellen einfach auf andere Logistikstrukturen, hier der Caterer, anwendbar ist.

Man sieht in Abbildung 5.6 deutlich die einfache Übertragung der Montage Auftragsdatenbank in nahezu jede beliebige Logistikumgebung. Ausgehend von den Auftragsdaten, werden diese in kleinere Abschnitte unterteilt (hier: Baugruppe, bzw. Transportbehälter) und in Arbeitsschritte sowie Artikel. Hierauf lässt sich nahezu jeder Logistikablauf abbilden. Am Anfang der Entwicklung, bei der Konzeptionsphase, wurde versucht aus Gründen der Skalierbarkeit die Datenbank weitestgehend zu normalisieren, aber je größer das Projekt wurde, desto weniger Sinn machte dies. Die Logik muss teilweise im Programm ausgeführt werden und eine Änderung in der Datenbank, zieht weitere logische Änderungen in der Datenbank nach sich, die in der Datenbank so nicht abbildbar ist. Durch eine Normalisierung der Datenbank erreicht man eine flexible und stabile Datenstruktur, die bei Erweiterungen möglichst wenig geändert werden muss und eine spätere Erweiterung der Datenbank ohne Schwierigkeiten ermöglicht (siehe Tab: 5.4). Dies geschieht durch die Überführung komple-

Vergleich Normalisierung / Denormalisierung	
Normalisierung	Denormalisierung
Logik in Datenbank	Logik im Programm
Konsistente Daten	Ggf. Inkonsistenz der Daten
Redundanzfrei	Ggf. Redundante Daten
Flexible Datenstruktur	Unflexiblere Datenstruktur
Leicht skalierbar	Schwerer skalierbar
Viele Datenzugriffe und komplexe Abfragen	Wenig Datenzugriffe einfachere Abfragen, da Datenhaltung in Programm

Tabelle 5.4: Vergleich von Denormalisierung und Normalisierung

ter Beziehungen innerhalb Tabellen in einfache Beziehungen durch die Aufteilung der Attribute einer Tabelle auf mehrere. Es existieren fünf Normalformen, um eine redundanzfreie, relationale Datenbank zu erstellen [BBP09]. In gewissen Fällen, kann eine "Denormalisierung" dennoch von Vorteil sein. Dies ist im Logistiksystem, sowie im *ERP* der Fall. Eine normalisierte Datenbank benötigt viele Datenzugriffe und komplexe Abfragen, um Ergebnisse abzufragen, wobei bei einer denormalisierten Datenbank die Daten und die Logik das Programm hält und dadurch effektiver und schneller zur Verfügung hat.

Bei einer normalisierten Datenbank müssen die Primär- und Fremdschlüsselbeziehungen immer eingehalten und die Daten müssen ständig zwischengespeichert werden. Der Programmieraufwand erhöht sich dadurch laufend. Je größer die Datenbank wird, desto umständlicher ist die normalisierte Struktur, da die Datenbanklogik sowieso im Programm von Hand nachprogrammiert werden muss. Eine normalisierte Struktur ist in der Datenbank meist hinderlich und aufwendiger, als dies gleich direkt im Programm zu erledigen.

Im Haus bei B&W wurde sich für eine teilnormalisierte Datenbank entschieden. Es gibt einige Tabellen, bei denen eine normalisierte Struktur Sinn macht. Dies ist z.B. bei der Stickstruktur und der Baugruppen-, Artikel- und Arbeitsschrittverwaltung der Fall. In Abbildung 5.7 erkennt man die Aufteilung

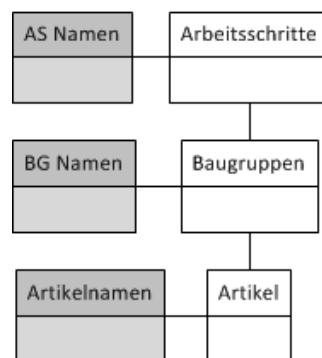


Abbildung 5.7: Beispielnormalisierung der Tabellen Arbeitsschritte, Baugruppen und Artikel in der zweiten Normalform.

5 Diskussion

der Baugruppen, Arbeitsschritte und Artikel in eine weitere davon abhängige Tabelle. Dies hat den Vorteil, dass die Namen nicht mehrfach in den Haupttabellen (Weiß) vorkommen und somit eine Redundanz der Daten gewährleistet werden kann. Anhand des Prinzips der zweiten Normalform, werden die Namen der IDs auf den Sticks für die Anzeige der Namen auf dem Bildschirm, aufgelöst.

Die restlichen Tabellen für das Supervisorprogramm sind nicht normalisiert, da viele Datenzugriffe notwendig sind und viele Informationen im Programm bereit gehalten werden müssen.

Die Bereiche in der Datenbank, die skalierbar und flexibel sein müssen, wie z.B. die Baugruppen- und Stickdaten, die ggf. an andere Systeme anpassbar sein müssen, wurden normalisiert gehalten, um eine Anpassung zu vereinfachen. Während die restlichen Teile der Datenbank fest vom Supervisorprogramm vorgegeben werden und über die Schnittstelle zum *ERP* auf die eigene, vorhandene Strukturen abgebildet werden.

5.3.5 Arbeitsplätze

Die Hardwareanforderungen an den Arbeitsplätzen ist nicht sehr hoch und demnach werden nur hardware schwache Rechner mit wenig Leistung benötigt. In der Endmontage werden dafür Nettop PCs mit einem Atom Prozessor benutzt, um zu zeigen, dass keine hohen Systemanforderungen an die Programme gestellt werden. Es kann prinzipiell jeder beliebige Windows PC benutzt werden, um die Logistiksoftware zu verwenden. Dies hat den Vorteil, da bei Caterern meist schon vorhandene kleine Rechnerinfrastruktur, weiter verwendet werden kann. Zur Zeit wird auf jedem Rechner eine lokale SQL Express Installation benötigt, die aber ggf. gegen eine einfachere Datenhaltung ausgetauscht werden kann. Eine Anbindung an ein Netzwerk ist durch den dezentralen Warenfluss nicht notwendig, und so ist eine Anpassung der Arbeitsplätze in ein bestehendes System unkompliziert.

Die Entwicklung der Arbeitsplatzsoftware basiert auf einem C# Programm, welches in einer .NET Umgebung läuft. Prinzipiell ist es denkbar, dies gegen eine Webapplikation auszutauschen, welche an ein zentrales System innerhalb des Caterers über einen Webserver angeschlossen ist. Aufgrund fehlender Netzwerkinfrastruktur wurde in den Anforderungen definiert, dass das Programm ohne eine Netzwerkverbindung funktionieren kann, so bleibt die Webapplikation optional, da ein Webserver nicht vorhanden sein muss.

Eine weitere Aufgabe war die Umsetzung der Anforderungen an die Oberfläche und das

Ablaufschema der Arbeitsschritte, da die Arbeitspläne und Montagebegleitscheininformationen intuitiv auf die Oberfläche übertragen zu können.

5.3.6 Hardware

Der Webserver stellt im Logistikprogramm ein optionales Modul für die Authentifizierung als Alternative zum *IdStick* dar. Außerdem stellt der Webserver die Kommunikation mit Handhelds und der Datenbank bzw. dem Supervisorprogramm und anderen Programmen in einem inhomogenen Umfeld sicher.

Dies ist wichtig, damit das Logistikkonzept an bestehende Softwarelösungen angefügt und eine betriebssystemübergreifende Kommunikation gewährleistet werden kann.

Um unternehmensübergreifend zu kommunizieren, wurde ein eigenes Hardwaresystem auf *RFID*-Basis entwickelt. Die *RFID*-Technologie ist in vielen Logistikunternehmen Standard und nimmt auch immer mehr Einzug in das Airline Catering.

Ein wichtigen Vorteil von *RFID* stellt dessen Einsatz bei unternehmensübergreifenden Prozessketten dar, beispielsweise im Bereich Real-Time-Maintenance, Tracking, Tracing, Real-Time-Location sowie im Supply Chain Event Management.

Durch den Einsatz von *RFID* im Airline Cateringprozess, kann ein Real-Time Monitoring der Abläufe stattfinden oder als "Software as a Service" in einer Cloud Umgebung (siehe Abb: 5.8) [Kul11], um die Kosten und den Nutzen bei einem unternehmensübergreifenden Prozess vom Zulieferer zum Caterer, über den Transporteur zur Airline gerechter zu verteilen. Um diese Ziele zu erfüllen, muss die *RFID*-Technik getestet und angepasst werden und für die gegebenen Rahmenbedingungen optimiert werden.

Eine technische Herausforderung stellen die Metalloberflächen der Behälter sowohl beim Caterer als auch bei der Montage dar. Ebenso die Stickgehäuse, die ebenfalls aus Metall sind. Die Übertragung der Daten ist dadurch sehr fehleranfällig und muss mittels eines CRC-Wertes geprüft werden. Diese Prüfung ist zeitaufwendig, da nur byteweise Daten übertragen und anhand der CRC-Funktion geprüft werden können. Auch die Übertragungsdauer liegt zur Zeit deutlich über der seriellen Übertragung.

Daher wurde die Schnittstelle SS_Sticks mit einem Kommunikationsmodul entwickelt, das die Daten sowohl über die serielle Schnittstelle RS232 (siehe Kap: 4.5.3), als auch über *RFID* senden kann. Ein nächster Schritt stellt die Optimierung der Übertragung dar.

Prinzipiell bietet eine Cloudapplikation in Verbindung mit *RFID* (siehe Abb: 5.8) eine weitere Möglichkeit, ein nachhaltiges Geschäftsmodell zu entwickeln. Das Logistiksystem integriert

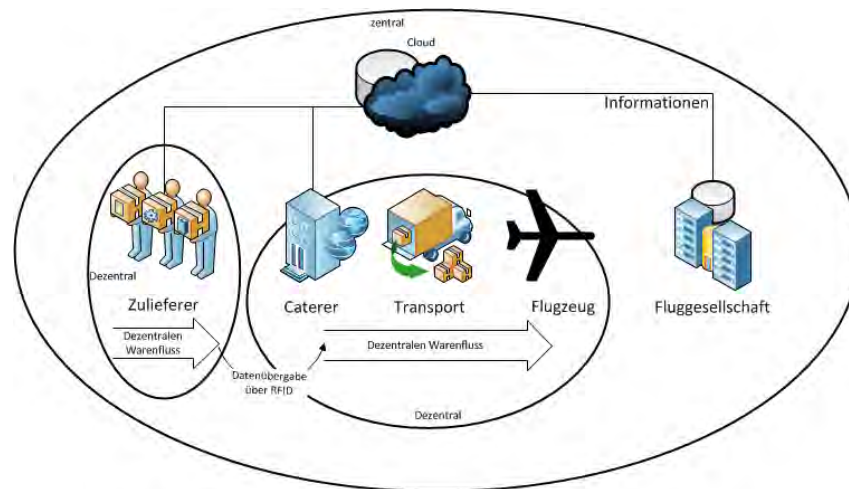


Abbildung 5.8: Zentrale Datenschnittstelle über die Cloud für die Airline. Die dezentralen Abläufe der Zulieferer und des Caterer werden zentral gespeichert und über RFID untereinander ausgetauscht.

sich ebenfalls nahtlos in dieses Konzept, da die Datenübertragung bei jedem Stakeholder (hier: Zulieferer und Caterer) intern dezentral abläuft und an gewissen Punkten im Prozess die Daten für den Hauptauftraggeber, die Airline, zentral in einer Cloudumgebung zurückmeldet. So kann die Airline an jedem Punkt im laufenden Prozess den aktuellen Stand abfragen und hat wichtige Informationen immer sofort verfügbar. Die Datenübertragung zwischen den Stakeholdern läuft dezentral über *RFID* ab. Für weitere Informationen zu den gelieferten Artikeln oder zu Dokumentationszwecken kann der Caterer in der Cloud die notwendigen dazugehörenden Daten abfragen.

Dies führt zu einem besseren Kosten/Nutzenverhältnis zwischen den Prozessteilnehmern, um den Kosten und Nutzfaktor unternehmensübergreifend besser zu verteilen.

5.4 Weiterführendes

5.4.1 Kosten-Nutzen-Analyse

Das Ergebnis der hier entwickelten prototypischen Infrastruktur soll die Prozesskette des Airline Catering durch Anpassungen an den technischen Fortschritt verbessern. Sei es durch den Einsatz von Echtzeit *RFID*-Informationen unterschiedlichster Stakeholder oder durch Optimierung der Prozessabläufe mittels einer geeigneten Systemarchitektur.

Nutzen des zentralen System	
Airline	Caterer
bessere Servicekonzepte on Bord	Ablaufoptimierung
bessere Kontrolle des Caterers	transparenter Daten- und Warenfluss
Alle Informationen nahezu Live verfügbar	Live Monitoring der Abläufe
	Netzwerkinfrastruktur muss vorhanden sein
	hoher Installationsaufwand
	Ablaufanpassungen

Tabelle 5.5: Übersicht über das zentrale System

Das Logistikprogramm stellt eine Lösung für den vorhandenen Markt dar, um das Airline Catering unter einem neuen Konzept zu erschließen und das Umsatzpotential und den Geschäftserfolg des Kunden zu steigern.

Um den stetig wachsenden Anforderungen am Markt gerecht zu werden, der hauptsächlich auf Stand-Alone Lösungen basiert, kann das Logistiksystem in den vorhandenen Ablauf integriert werden oder auch als Stand-Alone Lösung eingesetzt werden. Das Ziel ist das Nutzbarmachen der anfallenden Prozessdaten durch eine nachvollziehbare, rückverfolgbare und transparente Datenkette.

B&W stellt dafür eine wirtschaftlich effektive Lösung vor, um die Kosten und Nutzen durch den Prozess über alle Stakeholder zu optimieren. Dies geschieht über eine Anpassung des Kosten-Nutzen Faktors.

Das Hauptproblem bei der Anschaffung neuer Hardware sind u.a. die anfallenden Kosten für den Stakeholder, welcher nicht immer den einzigen Nutzen davonträgt. Es wird schwierig, den Kunden zum Kauf teurer Hardware zu überzeugen, wenn den Nutzen ein anderer Prozessteilnehmer hat. Es besteht ein Ungleichgewicht der Kosten und Erträge. In einem zentralen System (siehe Tab: 5.5) gibt es zwei Möglichkeiten der Kosten-Nutzen-Verteilung. Einmal kauft die Airline das System, um ihren Service zu verbessern für den Caterer. Somit entsteht für die Airline ein hoher Kostenanteil durch den Server, die Wartung, Verwaltung und Pflege, wobei hingegen der Caterer den Hauptnutzen trägt, da die Qualitätssicherung und der Ablauf bei ihm optimiert werden.

Andererseits möchte der Caterer solch ein zentrales System, so trägt er auch die Kosten. Der Hauptnutzen für den Caterer ist die Optimierung und Nachvollziehbarkeit der eigenen

Airlinelösung	
Airline	Caterer
HACCP konforme Kontrolle des Caterers bis ins Flugzeug	Transparente Kühlkette
Kosten/Nutzen	Keine Auswirkung auf Ablauf

Tabelle 5.6: Übersicht über die Airlinelösung

Prozesse. Er kann somit besser und kostengünstiger produzieren und seinen Informationsfluss offenlegen. Allerdings sind die anfallenden Kosten und die vollständige Transparenz der Abläufe für andere nicht immer wünschenswert für den Caterer. Somit trägt die Airline den Hauptnutzen, während der Caterer nur marginale Verbesserungen aufweisen kann. Prinzipiell hat der Caterer durch ein zentrales System mehr Nachteile als Vorteile. Zwar kann ein Real Time Monitoring [Sch01] über eine Art Dashboard stattfinden, allerdings wird dafür eine Netzwerkinfrastruktur benötigt. Daraus resultiert ein hoher Installationsaufwand und der Caterer muss dazu ggf. seinen bisherigen Ablauf anpassen.

Aus diesem Grund würde ein zentrales System nur für die Airline in Frage kommen, wenn diese bereit ist die Kosten zu tragen, sowie den Caterer vertraglich zustimmt, am System teilzunehmen.

Im Gegensatz zum zentralen System hat das von B&W entwickelte dezentrale System eine bessere Kosten-Nutzen Verteilung.

Hier gibt es zwei Lösungen, die in Frage kommen, eine Airlinelösung (siehe Tab: 5.6) und eine Catererlösung, wobei die Catererlösung hier in der Diplomarbeit behandelt wurde. Die Airline kauft Isolierbehälter bei B&W mit fest installierten Temperatursticks und integriertem Datalogging. Diese Behälter gehen als "rotierendes Equipment" rund um die Welt und die Airline kann die Kühlkette vom Caterer bis zum Ausgeben der Speisen an Bord kontrollieren. Der Caterer hat keinerlei Änderungen der Abläufe und Kosten. Dadurch entsteht eine gerechte Kosten-Nutzen Verteilung, da die Airline hier die Kosten und auch den Nutzen hat.

Bei der in der Diplomarbeit behandelten dezentralen Catererlösung trägt der Caterer die Kosten für die Hardware und hat auch den Nutzen durch eine optimierte Qualitätskontrolle und einen durchgängigen Datenfluss. Er kann somit effektiver erweiterte Speiseinformationen liefern und ohne Mehraufwand den Prozessablauf im Haus optimieren. Sind die Abläufe innerhalb des Caterers vor Einführung des Systems nicht HACCP-konform, kann eine transparente Daten- und Warenkette auch nachteilig für den Caterer sein. Das System darf

Dezentrales System	
Airline	Caterer
Nutzen durch Serviceoptimierung an Bord	Kosten/Nutzen ausgeglichen
Transparente Abläufe beim Caterer	Transparente Abläufe
	Optimierte Prozesse
	Daten dort verfügbar, wo sie benötigt werden
	Keine Netzwerkinfrastruktur notwendig
	geringer Installationsaufwand
	Integration in bestehende Abläufe

Tabelle 5.7: Übersicht über das dezentrale System

nicht zu viele Informationen preisgeben, es soll nur die notwendigen Informationen an den Schnittstellen zum nächsten Stakeholder weitergeben und im Falle eines Problems, kann durch die lückenlose Dokumentation der Prozesse, eine Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Artikels geschehen, um den Verursacher des Problems zu finden. Durch die komplett nachvollziehbare Prozessdokumentation, kann sogar der Zulieferer benannt werden, sollte es ein Problem mit den gelieferten Waren geben.

Durch die vollständige Transparenz der Abläufe ergeben sich neben der Kostenersparnis durch Verbesserung der internen Prozesse auch weitere Vorteile für den Caterer. Der Airline kann nun eindeutig nachgewiesen werden, welche Waren an den Transporteur, bzw. der Crew übergeben wurden, um die vertraglich festgelegten Strafen für Fehl- oder Nichtlieferung zu minimieren. So können Fehler in der Logistik bei der Airline aufgedeckt und der Kostenaufwand deutlich verringert werden. Weitere Kostenersparnisse für den Caterer ergeben sich durch einen geringen Installationsaufwand.

Das Logistikkonzept von B&W ist darauf ausgelegt, dass die Kosten beim Nutzer entstehen, während andere Lösungen die Kosten und Nutzen nicht beachten und ggf. ungerecht verteilt sind. Die meisten Kosten entstehen immer beim Nutzer und diese kann man durch ein effektiv arbeitendes Logistiksystem minimieren.

Durch die vielen Stakeholder, die am Prozess teilnehmen, entstehen weitere Kosten, die durch ein verbessertes Logistikkonzept optimiert werden können. Durch die Ende zu Ende Logistik mit den Sticks, kommen die Daten, die im Laufe des Prozesses gesammelt werden, über den Transporteur zur Crew an Bord des Flugzeugs. Nachdem diese die Informationen

Software as a Service	
Pro	Kontra
Hardwarekosten ausgelagert, kaum Kosten durch Hardware und Wartung	Datensicherheit in der Cloud
Bezahlung nach Transaktion oder pauschal	Keine Kontrolle über Datenspeicherung
Kostenfaktor überschaubar und planbar	Datentransfer evtl. wichtiger Daten über das Internet
Unternehmensübergreifende Verfügbarkeit	Langsame Datenübertragungsrate bei vielen Daten
	Netzwerkanbindung überall erforderlich

Tabelle 5.8: Vor- und Nachteile des Software as a Service Konzeptes (siehe dazu auch [Kul11])

ausgelesen haben, kann der Transporteur die Sticks wieder zum Caterer zurückbringen. Die Kosten und den Nutzen hat hauptsächlich der Caterer.

Die ungleichmäßige Verteilung der Kosten entsteht auch durch die vielen Stakeholder, die am Prozess beteiligt sind. Um eine bessere Kosten- und Nutzenverteilung zu erzielen, können die Daten eines jeden Prozessteilnehmers durch das Cloud Computing Servicemodell allen Stakeholdern zugänglich gemacht werden. Dadurch würde das Missverhältnis der Investition zum Nutzen durch eine firmenübergreifende Prozesskette verringert.

Eine weitere Kosteneinsparung kann durch einen externen Dienstleister erzielt werden, welcher "Software as a Service" anbietet (siehe Tab: 5.8). Der Dienstleister stellt die notwendige technische Infrastruktur und der Kunde nutzt diesen Dienst über ein Webfrontend. Wie schon in Abbildung 5.8 beschrieben, können die Daten über eine Cloud Umgebung zentral verwaltet werden und von diversen Stakeholdern abgerufen werden. Vorteile des Dienstleistungskonzeptes ist der plan- und überschaubare Kostenfaktor durch geringe Hardware- und Wartungskosten, da alles beim Dienstleister ausgelagert ist. Ein weiterer Kostenvorteil ergibt sich durch verschiedene Bezahlmodelle. Es kann z.B. pro Transaktion bezahlt werden, sollten wenige Transaktionen durchgeführt werden, kann ein Pauschalbetrag bezahlt werden, sofern ein regelmäßiger Datenaustausch statt findet.

Allerdings gibt es beim "Software as a Service"-Konzept einige entscheidende Nachteile für den Caterer. Da die Daten ausgelagert sind, benötigt jeder Arbeitsplatz eine Netzwerkanbindung und dies ist wie erwähnt nicht immer möglich. Des Weiteren kann der Datentransfer je nach benötigter Datenmenge lange dauern, und dies kann bei einem vollständigen

Abgleich der Bestellliste einer Airline einige Zeit in Anspruch nehmen. Die Datensicherheit in der Cloud, sowie die intransparente Datenspeicherung, sind weitere Negativpunkte die gegen das Dienstleistungsmodell sprechen.

Alle Lösungen haben Vor- und Nachteile und müssen anhand des eigenen Kosten-Nutzen-Faktors individuell überprüft werden. Das bei B&W entwickelte Logistikkonzept versucht möglichst alle Anforderungsbereiche zu erfüllen, um in nahezu jedes bestehende System integrierbar zu sein und die Kosten und den Nutzen gerecht zu verteilen.

5.4.2 Einführung beim Caterer

Um das entwickelte System bei einem Caterer einzusetzen, müssen zuerst die Anforderungen des bestehenden Caterersystems anhand des Logistiksystem geprüft werden. Daraus entscheidet sich die Integration des neuen Systems. Da der Ablauf innerhalb des Caterers sich nicht verändert und das Logistiksystem sich an den Datenfluss heftet, kann geprüft werden, ob der bisherige Ablauf nicht evtl. optimiert werden kann. Ein Vorteil für den Caterer stellt das dezentrale System dar. Durch die gemeinsame Verwendung teurer Ressourcen kann es flexibel und kostengünstiger integriert werden, da es durch die Dezentralität robuster und wandlungsfähiger als ein zentrales System ist. Da beim Caterer meist schon eine Rechnerinfrastruktur vorhanden ist, kann das dezentrale System die schon vorhandenen Rechnerressourcen nutzen und darauf aufbauen.

Wird das Logistiksystem in eine bestehende Infrastruktur eingebettet, wird nur Software und die *RFID*-Hardware benötigt. Ohne bestehende Infrastruktur, muss die Hardware angeschafft werden.

Der Caterer hat je nach bestehender Hardwareinfrastruktur andere Kostenpunkte. Es muss für die neue Software eine Mitarbeiterschulung geben, wie das Logistiksystem funktioniert und den bestehenden Ablauf erleichtert, aber diesen nicht ändert. Die meiste Schulung benötigten die Supervisors, um genau in die Arbeits- und Auftragsverwaltung eingearbeitet zu werden.

Zusätzlich zu den Arbeitsplätzen müssen auch Handhelds, sofern noch nicht vorhanden, für das Controlling und die Kommissionierung angeschafft werden.

Aus eigener Erfahrung ist bekannt, dass die meisten Caterer an gewissen Knotenpunkten im Arbeitsablauf Computer benutzen, um die Auftrags- und Arbeitsplanung ihres Teams bzw. ihrer Abteilung zu planen und zu organisieren. Diese Computer können für das Logistiksystem weiter ohne Änderung verwendet werden und benötigen nur die Software des

5 Diskussion

Logistiksystems. Der weitere Ablauf wird wie gehabt fortgesetzt, wird aber in Zukunft papierlos weiter laufen.

Die bestehende Infrastruktur und Warenfluss ermöglichen eine einfache direkte Einbindung des Logistiksystems in den bestehenden Ablauf beim Caterer. Änderungen müssen nur bei der Supervisorplanung vollzogen werden, da teilweise auf ein neues System umgestellt werden muss. Durch die Auslegung der Systemarchitektur und des Demonstrators ist eine direkte Integration ohne große Änderungen möglich.

5.4.3 Prozesssignierung - Elektronische Signatur

Als Teil des Logistiksystems gibt es ein Verfahren zur Prozesssignierung. Um die Rückverfolgbarkeit und den steigenden Ansprüchen an die Qualitätssicherung gerecht zu werden, müssen die einzelnen Prozessschritte eindeutig nachvollziehbar sein.

Im Logistikablauf erfolgt zur Zeit eine Prozesssignierung im klassischen Sinn. Die Montagebegleitscheine werden von Hand gekennzeichnet und im Logistiksystem elektronisch signiert.

Die Signierung erfolgt automatisch durch das Logistikprogramm beim Rückschreiben der Daten auf den MbsStick. Dies dient sowohl zur Authentifizierung als auch zur Verifizierung der erledigten Tätigkeiten des jeweiligen Mitarbeiters. Es erfolgt hier aber keine qualifizierte elektronische Signatur [dms09], sondern ein Paraphieren⁵ der einzelnen Arbeitsschritte welches die bisherige Unterschrift, bzw. das Kürzel auf den Dokumenten ersetzt.

5.4.4 Nächste Schritte

5.4.4.1 Prozesssignierung - Digitale Signatur

Im Gegensatz zur klassischen Signatur, wird bei der digitalen Signatur (siehe Abb: 5.9) ein kryptographisches Verfahren benutzt, um Dateien eindeutig zu signieren. Die Daten werden anhand eines Hashwertes, der über eine Hashfunktion ermittelt wurde und eines privaten Schlüssels signiert. Um die Daten zu verifizieren, wird ein Hashwert über eine Hashfunktion über die Daten ermittelt und mit einem öffentlichen Schlüssel (Public Key) ein Hashwert der digitalen Signatur erstellt.

⁵Kürzel, meist die Initialen werden z.B. auf jede Seite eines Vertrages gesetzt, damit ein Austauschen nicht möglich ist.

Sind die beiden Hashwerte identisch, so sind die Daten eindeutig verifiziert. Das Verfahren lässt sich über eine Verschlüsselung noch erweitern.

Durch das Signieren der Sticks mit einem eindeutigen Benutzercode oder z.B. der Seriennummer des Transponders, können die Daten auf dem Stick ähnlich eines genetischen Fingerabdruckes verschlüsselt und auf den Arbeitsplätzen anhand des Co-

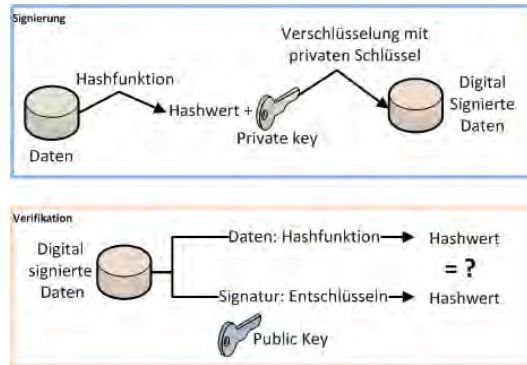


Abbildung 5.9: *Abauf der Signierung und Verifikation von Daten.*

des oder der Seriennummer wieder entschlüsselt werden. Durch die gesicherte Übertragung der Daten, wird das System fälschungssicher und der Datenschutz gewährleistet. Durch die dezentrale signierte Speicherung der Daten auf den Sticks können die Prozessdaten überall ausgelesen werden und es kann auf ein zentrales System verzichtet werden.

5.4.4.2 Verschlüsselung

Um den Transportbehälter eindeutig zu signieren, soll ein asynchrones Kryptosystem den Transportbehälter versiegeln (siehe Abb: 5.11). Die Fluggesellschaft verwaltet dazu einen privaten (private) und einen öffentlichen (public) Schlüssel. Der öffentliche Schlüssel wird an den Caterer weitergegeben und der private Schlüssel geht an die Crew.

Der Caterer verwendet den IdStick mit dem öffentlichen Schlüssel, um den Transportbehälter, welcher mit einem speziellen MbsStick ausgestattet ist, zu verschließen. Nur derjenige, der den MbsStick verschließt, kann diesen auch wieder öffnen. Innerhalb des Caterers wird der Schlüssel für diesen Auftrag zum "internen Schlüssel". Die Datenzugriffe werden mitgeloggt, um eine eindeutige Identifizierung zu ermöglichen sowie einen Missbrauch zu vermeiden.

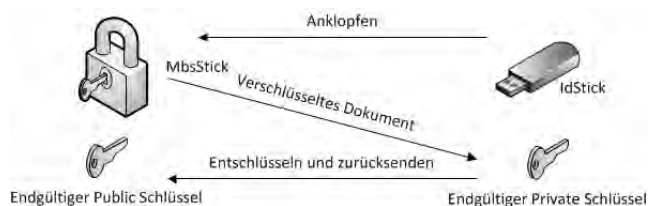


Abbildung 5.10: *Drei-Wege-Handschlag zur Identifizierung*

Am Ende des Prozessablaufes beim Caterer wird an der Rampe der gefüllte und kontrollierte Transportbehälter von einem Master IdStick mit dem öffentlichen Schlüssel verschlos-

5 Diskussion

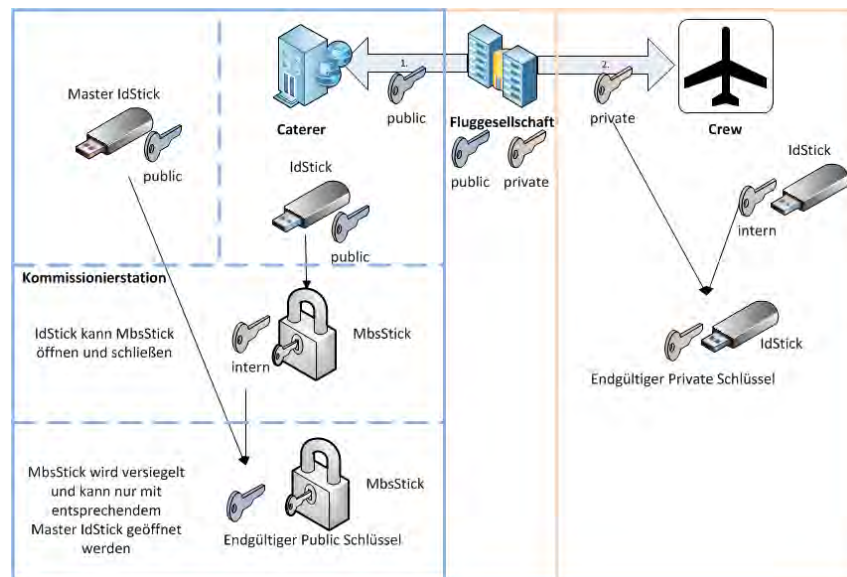


Abbildung 5.11: Asynchrone Verschlüsselung der Transportbehälter über die IdSticks.

sen. Dieser Behälter kann nun nur noch mit dem Master IdStick oder einem IdStick mit dem privaten Schlüssel geöffnet werden.

Die Öffnung des MbsSticks verläuft wie bei einem 3-Wege-Handschlag (siehe Abb: 5.10). Dies ist ein übliches Verfahren zwischen zwei Teilnehmern um sicherzustellen, dass beide Parteien die Nachricht erhalten haben. Es wird vorzugsweise in der Netzwerktechnik eingesetzt, aber auch in einigen Verschlüsselungsverfahren. Der IdStick "klopft" beim MbsStick an, überträgt u.a. seine ID und bekommt das verschlüsselte Dokument übertragen. Der IdStick entschlüsselt dies und überträgt einen Teil der Nachricht zur Identifikation als Bestätigung zurück. Nach erfolgreicher Authentifikation öffnet der MbsStick den Behälter und der Mitarbeiter ist über den IdStick eindeutig identifiziert.

Wird der Behälter zum Flugzeug transportiert, kann dieser nur noch durch den Master IdStick des Caterers oder durch einen Crewmitarbeiter und dem privaten Schlüssel geöffnet werden.

5.4.4.3 Datensicherheit

Bisher werden alle anfallenden Daten gespeichert und zur Auswertung an das Supervisorprogramm übertragen. Je nach Datenschutzgesetz im eingesetzten Land und Anwendung, muss die Datenspeicherung angepasst werden können. Auf Grund der Evaluierung der

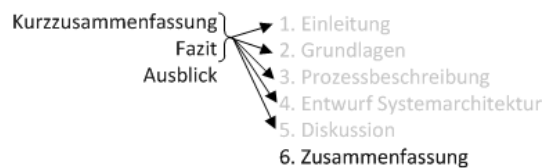
Prozesse, sowie um den vollen Umfang des Systems zeigen zu können, und um die Entwicklung nicht unnötig zu verlangsamen, wurde auf eine Verschlüsselung der Daten im bisherigen Ablauf komplett verzichtet. Durch die unverschlüsselte Speicherung der Daten können die Daten auf den Sticks und lokal zu Debuggingzwecken besser ausgelesen werden.

Die lokalen Datenbanken auf den Arbeitsplätzen sind passwortgeschützt, und im Ablauf für niemand zu benutzen. Die Datenrettung und Datenwiederherstellung soll durch ein Programm erfolgen. Die Daten werden bei B&W 30 Tage lang in der lokalen Datenbank auf jedem Arbeitsplatz gespeichert und sind so für jeden beschriebenen *Mbs*- und *IdStick* anhand der StickId sowie der Auftragsnummer wiederherstellbar. Sollten während des Ablaufes ein Stick kaputt gehen, so kann dieser am zuletzt benutzten Arbeitsplatz mit all den bisherigen Daten wiederhergestellt werden. Am Ende des Prozessdurchlaufs werden die Daten vom Supervisorprogramm ausgelesen, in die Hauptdatenbank eingespielt und dort verarbeitet. Durch diese Redundanz sind die Daten mehrfach im Logistiksystem vorhanden und können innerhalb von 30 Tagen mit Hilfe der Arbeitsplätze und während des kompletten Auftrages durch das Supervisorprogramm wiederhergestellt werden.

Da aber nicht jeder und schon gar nicht jede Instanz alle Daten auslesen darf, wird eine Sicherheitsfunktion mit verschiedenen Sicherheitsstufen benötigt. Ein Transporteur darf z.B. nur die Temperaturen auslesen, mit denen der Behälter gekühlt wird. Ansonsten darf er nur wissen, welche Art von Waren in den Trolleys zu finden sind, um diese besser im Highloader⁶ lagern zu können, sowie um später schneller und effektiver am Flugzeug zu entladen.

⁶LKW, welcher die Transportbehälter zum Flugzeug und zurück transportiert.

5 *Diskussion*



6 Zusammenfassung

6.1 Kurzzusammenfassung

Um bessere Servicekonzepte und unternehmensübergreifende Logistik- und Prozessketten zu gewährleisten, benötigt man ein flexibles und modulares Logistiksystem und eine anpassbare Systemarchitektur.

Im bisherigen Airline-Catering Markt existieren vereinzelt Insellösungen, die nicht global eingesetzt werden und an den Grenzen der jeweiligen Firma enden, sowie Dienstleistungen, die versuchen Teile der Abläufe zu optimieren und zu verbessern.

Die Dezentralisierung der Prozesskette hat entscheidende Vorteile für die weiteren Servicekonzepte, sowohl für den Caterer, als auch die Airlines. Durch Prozesssignierung und einen zentralen Datenzugriff, sind die bestehenden Daten immer und überall zugänglich, eindeutig identifizierbar und rückverfolgbar.

Um die Vorteile des entwickelnden Logistiksystems zu zeigen, wird in naher Zukunft ein Live Test in einer Produktivumgebung bei einem Lebensmittelverarbeitenden Betrieb oder Caterer stattfinden. Dort werden die Software und das Design der Oberflächen an die Kundenwünsche und die kundenspezifischen Daten angepasst, sowie die entwickelte Systemarchitektur gegen das Konzept überprüft.

Ein wichtiger Punkt der Integration wird der Abgleich der Anforderungen sein. In der Produktivumgebung werden andere Anforderungen als bisher gelten und diese müssen anhand des Logistiksystems geprüft werden, ob es dies auf Anhieb oder durch Nachimplementierung gelingen werden wird.

Mit großer Wahrscheinlichkeit wird auch eine Anpassung der Schnittstelle zum *ERP*-System stattfinden müssen, da beim Live Test Microsoft Dynamics nicht notwendigerweise als *ERP* verwendet wird. Hier wird sich herausstellen, ob die Schnittstelle zum *ERP* und das Datenaustauschkonzept wie geplant funktionieren und welche Änderungen in der Datenbankstruktur gemacht werden müssen, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Dieser Machbarkeitsnachweis überführt die bisherigen erworbenen Ergebnisse und Erfah-

rungen in ein funktionierendes Logistikkonzept und überprüft das Konzept des intelligenten, leicht einführbaren dezentralen Logistiksystems unter realen Bedingungen.

6.2 Fazit

Ziel des Machbarkeitsnachweises in der Endmontage bei B&W war die Verifikation und Evaluierung des Logistikkonzeptes anhand des Kommissionierablaufes bei einem Caterer. Zu diesem Zweck wurde eine komplette Systemarchitektur und Prozessablauf für ein dezentrales Logistiksystem entwickelt, um ein Logistikmodell zu entwerfen, welches kostengünstiger und effizienter als bisherige ist und sich leicht in ein bestehendes Logistikkonzept integrieren lässt.

Der Grundgedanke des dezentralen Systems ist eine dauerhafte Datenverfügbarkeit ohne Netzwerkverbindungen, da eine Netzwerkinfrastruktur in den meisten Fällen nicht gegeben ist. Es konnte gezeigt werden, dass sich der Datenfluss ohne große Anpassungen an den Warenfluss heften lässt. Dadurch wird einerseits das Logistiksystem transparenter, zum anderen besser nachvollziehbar und auch rückverfolgbar. Durch die Optimierung und Verbesserung der internen Prozessabläufe, können durch eine verbesserte Qualitätssicherung, das Eliminieren von Datenbrüchen durch digitale Datenübertragung und die Synchronisation zwischen den Prozessteilnehmern, deutlich Kosten gespart werden.

Da der Datenfluss an den vorhandenen Warenfluss angeheftet wird, kann anschließend festgestellt werden, dass durch Prozesssignierung die Prozesssicherheit deutlich erhöht wird und ferner ein geeignetes unternehmensübergreifendes Logistikkonzept die Brüche im Informationskreislauf schließen kann. Außerdem wurde gezeigt, dass der Airline-Catering Prozessablauf in Hinblick auf Kosten und Nutzen sowohl für den Caterer, als auch für die Airline, optimiert werden kann.

Das Logistikkonzept wird als nächstes in einem Pilotprojekt bei einem Kunden evaluiert und in einem neuen Umfeld erprobt.

6.3 Ausblick

Kann eine Effizienzsteigerung des Logistiksystems nur durch Erprobung bei einem Kunden erzielt werden? Was kann sonst noch dazu beigetragen werden, die Wirtschaftlichkeit zu

steigern und das Marktpotential auszuschöpfen?

Die entwickelten und aufgearbeiteten Prozesse zum Fertigungsprozess können nun als Grundlage dienen, um in eine bestehende, klassische Prozessmanagementsoftware überführt zu werden, wie z.B. ADEPT [Rei00]. ADEPT basiert auf einer blockstrukturierten Sprache zur Modellierung von Geschäftsprozessen, welche an der Universität Ulm entwickelt wurde.

Diese ermöglicht zum einen durch die Blockstruktur korrekte und robuste Prozesse. Zum anderen existiert auf Basis der Blockstruktur ein mächtiges Konzept für flexible Abweichungen sehr unterschiedlicher Art.

Im Fokus der Diplomarbeit stand das Evaluieren und Modellieren der anfallenden Geschäftsabläufe im Endmontageprozess. Weitere Schritte nach der Dokumentation der Abläufe können nun eine Aufbereitung für eine Prozessmanagementsoftware sein, um die Prozesse näher zu durchleuchten und effektiv auf ihren Ablauf hin zu überprüfen [LRW11] und zu optimieren.

Durch Abbildung der Geschäftsprozesse in einer Prozessmanagementsoftware können die Abläufe besser für Kunden dargestellt, mit ihnen abgeglichen und für ihre Anforderungen analysiert werden.

Dank der Prozessgrundlagenschaffung in der Diplomarbeit können nun nahezu alle Prozessmanagementsoftwaresysteme bedient werden. Außerdem kann nun auf dem kompletten Prozesslebenszyklus gearbeitet und ferner auch in jeder Phase optimiert und analysiert werden.

Der Prozesslebenszyklus (als auch "Business Process Lebenszyklus bezeichnet) ist ein Kreislauf und besteht aus kontinuierlichen Anpassungen an diverse Faktoren in den Phasen [Kul11]: Der Evaluation der Prozesse, dem Design und Analyse, der Implementation, der Ausführung, sowie dem Visualisieren und Monitoring [RBBB10] und schließlich der Evolution [Rin04]. Nach Anpassungen an örtliche Gegebenheiten, durch Änderungen oder Anpassungen der Prozesse, beginnt der Kreislauf des Logistiksystems und der Prozessoptimierung wieder von vorn.

Auf dieser Basis kann das System aus meiner Sicht entscheidend weiterentwickelt werden.

6 Zusammenfassung

A Anhang

Tabelle A.1: Alle Requirements passend gewählt zur Diplomarbeit. Die ursprünglich im Projekt erarbeitete Requirementsliste beinhaltet weitere mögliche Requirements für On-Board Verkauf und Kassensysteme.

TOP LEVEL REQUIREMENTS	
Modularität	Konzept soll modular aufgebaut sein
Leichte Einführbarkeit	Das Konzept soll leicht einführbar sein
Schnelle Implementierung	Konzept soll schnell implementierbar sein
Zertifizierungsaufwand minimieren	Der Zertifizierungsaufwand der Elemente soll möglichst gering gehalten werden
Informationslücken schließen	Vorhandene Lücken im Informationsfluss sollen geschlossen werden
Einfache Handhabung / Bedienung	Die Bedienung der Geräte soll ohne große Einlernzeit intuitiv möglich sein
Flexibler Einsatz	Das System soll in eine Gesamtlösung integrierbar sein
Eigenständigkeit / autarkes System	Das System soll eine Stand-Alone-Lösung darstellen
Zukunftssicherheit	Das System soll in nahezu alle zukünftigen Standards integrierbar sein
geringe Ablaufsänderung	Prozessabläufe sollen möglichst unverändert bleiben
Integration / Installation	Die Integration der Konzeptlösung soll ohne großen Installationsaufwand durchführbar sein
FUNCTIONAL AND OPERATIONAL REQUIREMENTS	
Caterer - Kommissionierstation / -auftrag	Die Kommissionieraufträge sollen elektronisch visuell lesbar an der jeweiligen Kommissionierstation angezeigt werden
Caterer - Kommissionierauftrag	Die nötigen Kommissionierschritte je Auftrag sollen in digitaler Form angezeigt werden
Caterer - Kommissionierstation / -auftrag	Die Kommissionieraufträge sollen über eine Netzwerkverbindung von dem Warenwirtschaftssystem an die jeweilige Kommissionierstation übermittelt werden
Caterer - Kommissionierstation Auftragsbearbeitung	Der abgeschlossene Kommissionierauftrag soll über eine Bestätigungsfunktion über eine Netzwerkverbindung an das Warenwirtschaftssystem rückgemeldet werden
Caterer - Kommissionierauftrag	Ein Kommissionierauftrag soll dem Kommissionierer genaue Informationen bezüglich der einzulagernden Artikel vorgegebenen
Caterer - CTB-Bestückung nach Vorgabe	Die CTBs sollen nach dem Kommissionierauftrag bestückt werden

A Anhang

Caterer - Inhaltsquittierung	Der Catering Mitarbeiter soll den Inhalt der CTBs bestätigen
Caterer - CTB-Zielzuweisung	Das ERP-System soll dem CTB einen Zielort zuweisen
Caterer - CTB-Inhaltszuweisung	Das ERP-System soll dem CTB einen Inhalt zuweisen
Caterer - Datenträger anbringen	Der Catering Mitarbeiter soll an den CTB einen Datenträger anbringen mit den oben genannten Informationen
Caterer - Korrekter Transport zum Bereitstellungsort	Der Catering Mitarbeiter soll die CTBs zum angezeigten Bereitstellungsort transportieren
Caterer - Alternativer Zwischenlagerort	Der Transporteur soll die Möglichkeit haben den CTBs einen alternativen Lagerort zuzuweisen
Caterer - Kommissionierstation Auftragsbearbeitung	Jeder Kommissionierarbeitsschritt soll über eine Bestätigungsfunktion digital zwischengespeichert werden
Caterer - Kommissionierstation Auftragsbearbeitung	Der abgeschlossene Kommissionierauftrag soll zusammen mit den Bearbeitungsinformationen digital am jeweiligen CTB gespeichert werden
Caterer - Kommissionierauftrag	Abgeschlossene Kommissionierschritte sollen elektronisch bestätigt werden
Caterer - Kommissionierauftrag	Abgeschlossene Kommissionierschritte sollen auf elektronischem Weg mit einer Verantwortlichkeit versehen werden
Caterer - Lagerstätten	Die Einlagerung von CTBs soll digital bestätigt werden
Caterer - Lagerstätten	Die Einlagerung von CTBs soll auf elektronischem Weg mit einer Verantwortlichkeit versehen werden
Caterer - Lagerstätten	Informationen zum Inhalt des Lagers sollen am Eingang des Lagers gespeichert werden
Caterer - Lagerstätten	Informationen zum Inhalt des Lagers sollen am Eingang des Lagers visuell lesbar ausgegeben bzw. angezeigt werden
Caterer - Lagerstätten Einlagerung	Die Information über die Einlagerung von CTBs in die jeweilige Lagerstätte sollen digital am CTB gespeichert werden
Caterer - Lagerstätten Einlagerung	Die Informationen über die Einlagerung von CTBs sollen über eine Netzwerkverbindung an das Warenwirtschaftssystem gemeldet werden
Caterer - Lagerstätten Auslagerung	Die Auslagerung von CTBs aus einer Lagerstätte soll digital an der Lagerstätte gespeichert werden
Caterer - Lagerstätten Auslagerung	Die Information über den Lagerverlauf von CTBs in der jeweiligen Lagerstätte sollen digital am CTB gespeichert werden
Caterer - Lagerstätten Auslagerung	Die Information über den Lagerverlauf von CTBs in der jeweiligen Lagerstätte sollen über eine Netzwerkverbindung an das Warenwirtschaftssystem gemeldet werden
Caterer- Rampe Eingang	Der Eingang von CTBs an der Rampe soll digital an der jeweiligen Rampe gespeichert werden
Caterer- Rampe Eingang	Die Information über den Eingang von CTBs an der jeweiligen Rampe sollen digital am Trolley gespeichert werden
Caterer- Rampe Eingang	Die Information über den Eingang von CTBs an der jeweiligen Rampe sollen über eine Netzwerkverbindung an das Warenwirtschaftssystem gemeldet werden

Caterer- Rampe Kontrolle	Die Vollständigkeit des Lieferauftrages an der jeweiligen Rampe soll auf Basis der gespeicherten Eingangsdaten über eine Kontrollfunktion überprüft werden
Caterer- Rampe Kontrolle	Das Ergebnis der Kontrolle soll visuell lesbar ausgegeben bzw. angezeigt werden
Caterer- Rampe Kontrolle	Das Ergebnis der Kontrolle soll über eine Netzwerkverbindung an das Warenwirtschaftssystem gemeldet werden
Caterer Warenwirtschaftssystem Fehlerbehandlung	Das Warenwirtschaftssystem soll auf Fehler durch die Generierung von Nachlieferaufträgen reagieren
Caterer Warenwirtschaftssystem Nachbestellung	Das Warenwirtschaftssystem soll beim Eingang von Nachbestellungen entsprechende Bearbeitungsaufträge an die jeweiligen Stationen über eine Netzwerkverbindung übermitteln
Caterer Warenwirtschaftssystem Aufträge	Das Warenwirtschaftssystem soll zu gegebener Zeit die entsprechenden Bearbeitungsaufträge an die jeweiligen Bearbeitungsstationen über eine Netzwerkverbindung übermitteln
Caterer Warenwirtschaftssystem Rückmeldung	Das Warenwirtschaftssystem soll die, über eine Netzwerkverbindung erhaltenen Informationsrückmeldungen dem entsprechenden Auftrag zugeordnet abspeichern
Caterer - Transportauftrag	Ein Transportauftrag soll dem Transporteur genaue Informationen bezüglich der zu verladenden CTBs geben.
Transporteur - CTB-Verladung	Die CTBs sollen nach dem Transportauftrag verladen werden
Transporteur - Verladungsquittierung	Der Transporteur soll die Verladung der CTBs quittieren
Transporteur - Zielfindung A/C	Der Transporteur soll die Ladung zum vorgegebenen A/C transportieren
Transporteur - Zielfindung Türe	Der Transporteur soll die Ladung zur vorgegebenen Türe transportieren
Transporteur - Zielfindung Galley	Der Transporteur soll die Ladung zur vorgegebenen Galley transportieren
Transporteur - Zielfindung Compartment	Der Transporteur soll den CTB zum vorgegebenen Compartment transportieren
Transporteur - Eingangsbestätigung	Der Transporteur soll die Einlagerung bestätigen
Transporteur - Soll-Ist-Vergleich	Der Transporteur und der Purser sollen den Soll-Ist-Vergleich starten
Transporteur - Einladen	Relevante Lade-/Transportinformationen sollen visuell lesbar für den Transporteur am Highloader ausgegeben bzw. angezeigt werden
Transporteur - Fahrt zum A/C	Relevante Zielinformationen sollen visuell lesbar für den Transporteur ausgegeben bzw. angezeigt werden
Transporteur - Beladen A/C	Relevante Beladeinformationen sollen visuell lesbar für den Transporteur ausgegeben bzw. angezeigt werden
Transporteur - Beladen A/C	Abgeschlossene Beladeschritte sollen elektronisch bestätigt werden
Transporteur - Highloader Beladung	Die Beladungs-/Transportaufträge sollen über eine Netzwerkverbindung von dem Warenwirtschaftssystem an den jeweiligen Highloader übermittelt werden
Transporteur - Highloader Einladen	Jeder Bearbeitungsschritt soll über eine Bestätigungsfunktion digital zwischengespeichert werden

A Anhang

Transporteur - Highloader Einladen	Der abgeschlossene Beladungsauftrag soll über eine Bestätigungsfunktion über eine Netzwerkverbindung an das Warenwirtschaftssystem rückgemeldet werden
Transporteur - Highloader Transport	Die Transportparameter sollen digital im jeweiligen Highloader gespeichert werden
Transporteur - Highloader Rückkehr	Die gespeicherten Informationen sollen über eine Netzwerkverbindung an das Warenwirtschaftssystem rückgemeldet werden
Transporteur - Highloader Entladen	Die Transportparameter sollen digital am Trolley gespeichert werden
Transporteur - Galley Identifikation	Die Galley im A/C soll eindeutig identifizierbar sein
Transporteur - Galleycompartment Identifikation	Das Galleycompartment im A/C soll eindeutig identifizierbar sein
Transporteur - A/C Beladung CTB	Die Trolleyidentifikation soll digital ausgelesen werden
Transporteur - A/C Beladung Galley	Die Galleyidentifikation im A/C soll digital ausgelesen werden
Transporteur - A/C Beladung Galley-compartment	Die Galleycompartmentidentifikation im A/C soll digital ausgelesen werden
Transporteur - A/C Beladung Lagerpositionsinformation	Die Lagerpositionsinformation für den jeweiligen CTB soll visuell lesbar ausgegeben werden
Transporteur - A/C Beladung Kontrolle	Jede CTB-Einlagerung soll über eine Bestätigungsfunktion überprüft werden
Transporteur - A/C Beladung Kontrolle	Jede Trolleeeinlagerung soll über eine Bestätigungsfunktion digital zwischengespeichert werden
Transporteur - A/C Beladung Kontrolle	Der abgeschlossene Beladungsauftrag soll über eine Bestätigungsfunktion digital zwischengespeichert werden
Transporteur - Equipment - Rücktransport	Transporteur bringt sein verwendetes Equipment zurück zum Caterer bzw. Transportunternehmen
Flight Briefing	Die Airline Bestelldaten sollen dem Purser übergeben werden
Übergabe - Datenänderungsfunktion	Bei einer Differenz zwischen Soll- und Ist-Zustand soll eine Datenänderung durch eine autorisierte Person möglich sein
Übergabe - Beladungssollauftrag	Der Beladungssollauftrag für die jeweilige Galley soll digital gespeichert werden
Übergabe - Inventur Quittung	Der Soll-Ist-Vergleich soll über eine Bestätigungsfunktion quittiert werden
Übergabe - Quittierungsfunktion	Der Purser soll den Soll-Ist-Vergleich quittieren
Übergabe - Inventur	Der Beladungssollauftrag soll digital über eine Inventurfunktion mit dem gespeicherten Ist-Beladungszustand abgeglichen werden
Übergabe - Inventur	Das Ergebnisse des Soll-Ist-Vergleichs soll visuell lesbar ausgegeben bzw. angezeigt werden
Übergabe - Inventur	Das Ergebnis des Soll-Ist-Vergleichs soll digital gespeichert werden
Inflight - Contentmanagement	Die Inventurdaten einer Galley sollen digital an der Galley gespeichert werden
Inflight - Contentmanagement	Die Inventurdaten aller Galleys sollen über eine Netzwerkverbindung flugzeugweit digital abgeglichen werden

Inflight - Contentmanagement	Die Inventurdaten aller Galleys sollen digital an jeder Galley gespeichert werden
Inflight - Contentmanagement	Die Inventurdaten aller Galleys sollen visuell lesbar ausgegeben bzw. angezeigt werden
Inflight - Contentmanagement	Die Lagerposition jeden Inventars soll über eine Suchfunktion an jeder Galley visuell lesbar ausgegeben bzw. angezeigt werden
Inflight - Contentmanagement	Die Bestellinformationen von vorbestellten Gütern sollen digital an jeder Galley verfügbar sein
Inflight - Contentmanagement	Die Bestellinformationen von vorbestellten Gütern sollen visuell lesbar an jeder Galley über eine Abfragefunktion ausgegeben bzw. angezeigt werden
Inflight - Contentmanagement	Die Crew soll während des Fluges beim Auffinden von CTB-Inhalt digital unterstützt werden
Inflight - Contentmanagement	Das Fehlen von Gütern soll digital erfasst werden können
Inflight - Feedbackmöglichkeit	Die Crew soll während des Fluges Feedbacks an verschiedene Stakeholder digital erfassen können
Inflight - Feedbackmöglichkeit	Die Feedback-Daten sollen nach der Landung den Stakeholdern zugänglich sein
Inflight - Serviceunterstützung	Der Serviceablauf im A/C soll durch digitale Angaben unterstützt werden
Inflight - Serviceunterstützung	Serviceinformationen sollen digital abrufbar sein
Inflight - Duty-free-Inventur	Die Inventurdaten aller Duty-free-Artikel sollen digital an jeder Galley verfügbar sein
Inflight - Duty-free-Inventur	Die Artikeldaten aller Duty-free-Artikel sollen digital an jeder Galley verfügbar sein
Inflight - Duty-free-Inventur	Die Duty-free-Artikel sollen eindeutig identifizierbar sein
Crew - Equipment Rücktransport	Die Crew bringt nach dem Flug ihr verwendetes Equipment zurück zur Airline
Netzwerkverbindung	Die Netzwerkverbindung soll bei Bedarf drahtlos erfolgen
Netzwerkverbindung	Die Netzwerkverbindung soll bei Bedarf drahtgebunden erfolgen
Datenmanagement	Alle Daten sollen jeweils zurück in das ERP-System übertragen werden
Trolleys / CTBs Maintenance	Den Trolleys sollen spezielle Maintenance-Informationen zugeordnet werden können
Trolleys / CTBs Maintenance, Defekt	Mögliche Defekte an den Trolleys sollen sichtbar gekennzeichnet sein
Trolleys / CTBs Maintenance, Defekt	Mögliche Defekte an den Trolleys sollen auf digitalem / elektronischem Weg rückgemeldet werden
Trolleys / CTBs Inhalt	Der Inhalt der Trolleys soll digital am Trolley gespeichert werden
Trolleys / CTBs Inhalt	Der Inhalt der Trolleys soll visuell lesbar am Trolley ausgegeben bzw. angezeigt werden
Trolleys / CTBs Fluginformation	Relevante Fluginformationen sollen digital am Trolley gespeichert werden
Trolleys / CTBs Fluginformation	Relevante Fluginformationen sollen visuell lesbar am Trolley ausgegeben bzw. angezeigt werden
Trolleys / CTBs Lagerinformationen	Informationen zur nächsten Lagerstätte entlang des Prozessablaufs sollen digital am Trolley gespeichert werden

A Anhang

Trolleys / CTBs Lagerinformationen	Informationen zur nächsten Lagerstätte entlang des Prozessablaufs sollen visuell lesbar am Trolley ausgegeben bzw. angezeigt werden
Trolleys / CTBs Lagerinformationen	Die Lagerparameter der Lagerstätte sollen digital am Trolley gespeichert werden
Trolleys / CTBs Lagerinformationen	Die Lagerparameter der Lagerstätte sollen elektronisch abrufbar sein
Trolleys / CTBs Bearbeitungsinformationen	Informationen zu den Bearbeitungsprozessen sollen digital am Trolley gespeichert werden
Trolleys / CTBs Bearbeitungsinformationen	Informationen zu den Bearbeitungsprozessen sollen elektronisch abrufbar sein
Trolleys / CTBs Bearbeitungsinformationen	Informationen zur nächsten Bearbeitungsstation entlang des Prozessablaufes sollen digital am Trolley gespeichert werden
Trolleys / CTBs Bearbeitungsinformationen	Informationen zur nächsten Bearbeitungsstation entlang des Prozessablaufes sollen visuell lesbar am Trolley ausgegeben werden
Trolleys / CTBs Transportinformationen	Die Transportinformationen für den Transport zum Flugzeug sollen digital am Trolley gespeichert werden
Trolleys / CTBs Transportinformationen	Die Transportinformationen für den Transport zum Flugzeug sollen visuell lesbar am Trolley ausgegeben bzw. angezeigt werden
Trolleys / CTBs A/C-Ladeinformationen	Die A/C Ladeinformationen für das Beladen der Galley sollen digital am Trolley gespeichert werden
Trolleys / CTBs A/C-Ladeinformationen	Die A/C-Ladeinformationen für das Beladen der Galley sollen visuell lesbar am Trolley ausgegeben bzw. angezeigt werden
Trolleys / CTBs Informationsspeicher	Alle digital am Trolley gespeicherten Informationen sollen auf elektronischem Weg auslesbar bzw. übertragbar sein
Trolleys / CTBs Inhaltsanzeige	Alle für die on-Board-Prozesse relevanten Inhaltsangaben sollen während des Fluges am Trolley ausgegeben bzw. angezeigt werden
SYSTEM REQUIREMENTS	
Ausbaufähigkeit	Konzept soll in Folgestandards implementierbar sein
Datenfluss schließen	Der Datenfluss im Gesamtkonzept soll geschlossen werden
Sicherheit gewährleisten	Prozesse sollen nachvollziehbar und sicher sein
Fehlerminimierung	Fehler sollen minimiert werden
Fehlererkennung	Fehler sollen erkannt werden
Fehlerkorrektur	Fehler sollen korrigiert werden
Elektronische Auftragserstellung	Auftragsdaten sollen in elektronischer Form vorliegen
Kontinuierliche Datensynchronisation	Untergeordnete Systeme sollen ihre Daten kontinuierlich mit übergeordneten Systemen synchronisieren
Eindeutige CTB Identifikation	Die CTB sollen eindeutig identifizierbar sein
Eindeutige Zielzuweisung	Dem CTB sollen eindeutige Ziele zugewiesen werden

Elektronische Warenübergangsbestätigung	Beim Warenübergang soll eine elektronische Bestätigung entstehen
Equipmentbesitz	Das verwendete Equipment soll beim jeweiligen Besitzer bleiben
Kontrollmöglichkeit	Die Catering Mitarbeiter sollen jederzeit die Möglichkeit haben, die jeweils notwendigen Daten des CTBs einzusehen
Real-Time-Inventur	Das System soll einen Soll-Ist-Datenvergleich nach dem Ladevorgang ermöglichen
Content Management	Das System soll ein Contentmanagement - Statisch, d.h. den Beladezustand, wo ist was - in der Galley ermöglichen
Content Management	Das System soll einen flugzeugweiten Datenabgleich des Beladezustandes der einzelnen Galleys machen
Inventory (Equipment)-Management	Das System soll ein Inventory-Management für CTBs ermöglichen
Inventory (Equipment)-Management	Das System soll ein Einsatz-Management für CTBs ermöglichen
Inventory (Equipment)-Management	Das System soll ein Wartungsmanagement für CTBs ermöglichen
Datensicherheit	Das System soll eine Datenredundanz gewährleisten
Flexibilität	Das System soll auf mögliche Prozessänderungen flexibel anpassbar sein
Prozesssicherheit on-Ground	Das System soll mögliche Fehler bei den Kommissionierprozessen minimieren
Prozesssicherheit Rampe	Das System soll mögliche Fehler bei der Ladezuordnung der Güter minimieren
Prozesssicherheit Transport	Das System soll mögliche Fehler beim Transport zum A/C minimieren
Prozesssicherheit Transport	Das System soll mögliche Fehler bei der Beladung der Galley minimieren
Prozesssicherheit Inflight	Das System soll mögliche Fehler bei Inflight-Prozessen minimieren
Quittierung	Das System soll eine digitale Quittierung der Warenübergabe an Bord ermöglichen
Transparenz	Das System soll mehr Transparenz in die Prozessabläufe bringen
Transparenz Beladung	Das System soll mögliche Fehlbeladungen signalisieren
Transparenz	Das System soll mögliche Fehler dokumentieren
Transparenz	Das System soll die Verantwortlichkeiten innerhalb der Prozesskette dokumentieren
Sicherheit	Das System soll vor unbefugtem Zugriff geschützt sein
Sicherheit	Das System soll einen Zugriffsschutz für hochwertige Güter gewährleisten
Transparenz	Das System soll Kontrollen der Prozess on-Ground bis ins A/C ermöglichen
Transparenz	Das System soll den aktuellen Status nach Abschluss eines Prozessschrittes rückmelden
Integration	Das System soll in die bestehende Prozesslandschaft der Stakeholder integriert werden
Integration	Das System soll an die bestehende IT-Infrastruktur angebunden werden

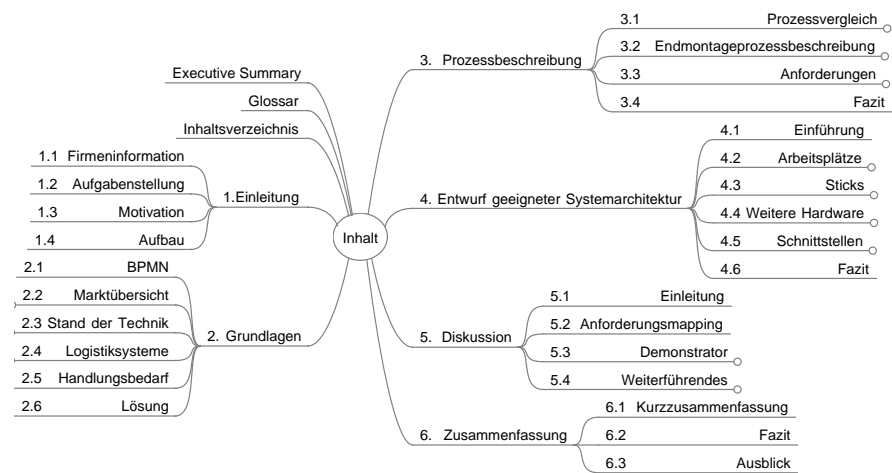


Abbildung A.1: *Inhaltsverzeichnis*

Abbildungsverzeichnis

1.1	Das B&W Firmengebäude in Neu-Ulm	1
1.2	Ein großer Dispenser, großer Toploader (von oben zu öffnen), ein großer Frontloader (vorn vorne zu öffnen) und ein kleiner Toploader (von li. nach re.).	2
1.3	Aufbau der Arbeit	5
2.1	BPMN Beispiel: Brief schreiben	7
2.2	BPMN Beispiel: Brief ausliefern	8
2.3	Allgemeiner Material- und Informationskreislauf des Airline Catering	10
2.4	Eine Standard Unit.	11
2.6	Typische Beladung einer Boing 747 [kcs11a] für die Langstrecke. Ca. 6,5t Beladung.	12
2.5	Ein Trolley.	13
2.7	CPCS - Ein moderner, mittelgroßer Caterer [cpc11].	14
2.8	Üblicher Ablauf des Vertragsabschlusses zwischen einer Airline und einem Caterer.	16
2.9	Hier abgebildet sind passive RFID Tags, die u.a. bei B&W verwendet werden. Teilweise werden spezielle Tags benutzt die auf Metalloberflächen haften (Grau: Mount on Metal Tags) oder dünn wie Papier sind - je nach Einsatzzweck.	19
2.10	Darstellung der Logistiksysteme des Caterer, der Airline und der Endmontage	22
2.11	Allgemeiner Transportverlauf eines Ende-zu-Ende Dienstleisters	24
2.12	Datenbrüche in der Versorgungskette vom Caterer zum Transporteur und zur Crew. Die Transportbehälter, bzw. Gebrauchsgüter müssen nicht zwingend zum gleichen Caterer zurück.	28
3.1	Datenbrüche beim Waren- und Datenfluss	31
3.2	Prozessmodell Airline Catering	32

Abbildungsverzeichnis

3.3	Es gibt Half-Size und Full-Size Trolleys. Die Half-Size Trolleys sind nur halb so groß und daher passen auch zwei hintereinander in die Galley. Oben zu sehen sind Compartments.	34
3.4	Der B&W Produktionsablauf ist ähnlich und am Ablauf des Caterer orientiert.	36
3.5	Vergleich der Assemblierung und Kommissionierung beim Caterer und bei B&W	37
3.6	Abstrakte Darstellung der Hardware	41
3.7	Allgemeiner Prozessablauf der Endmontage	42
3.8	Datenfluss Allgemein	43
3.9	Bisherige Planung der Mitarbeiter in Excel. Farbig markiert sind die Zeiten (Pause, Aufträge) und die Aufteilung in Spalten für die Mitarbeiter.	45
3.10	Bisheriger idealisierter Gesamtablauf der Prozesse beim Bau der Isolierbehälter.	46
3.11	Bisheriger Gesamtablauf der Prozesse beim Bau der Behälter	48
3.12	<i>Wareneingang</i> - Waren werden vom Zulieferer angeliefert, eingelagert und in das ERP eingebucht.	51
3.13	<i>Chargenverwaltung</i> - Um die jeweilige Charge und den dazugehörigen Lagerplatz auszuwählen, muss vorher die Baugruppe markiert werden.	53
3.14	<i>Arbeitsschrittverwaltung</i> - Für jede Baugruppe kann ein Template gewählt werden, oder die Arbeitsschritte zu einer Arbeitsschrittgruppe zusammengefügt werden.	54
3.15	<i>Auftragszuweisung</i> - Die vorher definierten Arbeitsschrittgruppen werden ausgewählt und auf einer Zeitleiste (siehe Abb: 3.16)) abgelegt. Es erscheint ein Einstellungsfenster, in dem man den Mitarbeiter, die Anzahl, den Lagerplatz und die Chargen auswählt.	55
3.16	Arbeitsgruppenzuweisung - Hier auf der Zeitleiste werden die Arbeitsschrittgruppen abgelegt. Man kann die eingestellten Informationen wie Monteur, Anzahl und Gruppe darauf ablesen.	56
3.17	<i>Lager</i> - Der Lagerist bereitet alle ihm im Auftrag zugewiesenen Baugruppen und Waren vor und bringt diese dann in die Montage zu den Montagelagerplätzen.	57
3.18	Screenshot des Lager	58

3.19 <i>Montage</i> - Der Supervisor beschreibt den IdStick mit allen relevanten Informationen. Der Monteur stellt die ihm angezeigte Baugruppe bereit und beginnt nach dem Einlesen des MbsStick mit den Arbeitsschritten. Im Fehlerfall muss der Supervisor eingreifen. Sind alle Arbeitsschritte ausgeführt, wird der Auftrag mit dem IdStick zurückgemeldet.	59
3.20 Screenshot der Workstation	60
3.21 <i>Montagearbeitsschritte</i> - Wenn vorhanden, werden die notwendigen Informationen wie Gefahrenhinweise, Waren oder Werkzeuge eingeblendet und die Arbeitsschritte ausgeführt. Sollten im Prozess an einer Stelle Mängel auftreten, muss der Supervisor gerufen werden. Dieser beschreibt einen IdStick mit dem aufgetretenen Fehler und behandelt diesen (Kapitel 3.2.3.6).	61
3.22 <i>Hochzeit</i> - Erweiterter Montageprozessablauf um zwei Prozesse: Weiteren MbsStick auslesen und Daten zusammenführen.	62
3.23 <i>Fehlerfall</i> - Je nach Fehlerfall muss der Supervisor handeln. Kann eine Reparatur durchgeführt werden, muss er ein Reparaturauftrag starten oder die Waren ins Sperrlager bringen. Sollten Waren defekt sein oder fehlen, müssen diese sofern vorrätig in die Montage transportiert oder in ein Zwischenlager gebracht werden.	63
3.24 <i>Transportauftrag Lager</i> - Der Ablauf ist identisch mit dem normalen Lagerablauf. Die Ware oder Baugruppe wird geholt, ggf. der MbsStick beschrieben und in die Montage transportiert.	64
3.25 <i>Reparaturauftrag</i> - Der Ablauf ist identisch mit dem Montageablauf. Der defekte Behälter wird geholt, die Arbeitsschritte werden abgearbeitet und die Daten werden zurückgemeldet.	66
3.26 <i>Qualitätssicherung</i> - Die Qualitätssicherungsarbeitsschritte werden analog zu den Montagearbeitsschritten ausgeführt. Am Ende der QS wird das Typenschild angebracht, mit der vom Supervisorprogramm vorgegebenen, endgültigen Seriennummer.	67
3.27 <i>Rückmeldung</i> - Die IdSticks werden ausgelesen und die Auftragsverwaltung aktualisiert sich automatisch. Am Ende der Qualitätssicherung wird der MbsStick ausgelesen und nach vorher definierter Anzahl fertiger Behälter an das ERP zurückgemeldet.	69
3.28 Fazit mit Kosten/Nutzen Vergleich	78

Abbildungsverzeichnis

4.1	Material- und Datenfluss	81
4.2	Alle Arbeitsplätze die im Logistiksystem auftreten.	82
4.3	Supervisorprogramm - Auftragsübersicht mit freigegebenen (Grün) und nicht freigegebenen Aufträgen (Rot)	83
4.4	Supervisorprogramm - Normaler Ablauf	83
4.6	Supervisorprogramm - Arbeitsschrittverwaltung: Jeder Baugruppe können Arbeitsschritte zugeteilt werden.	84
4.7	Supervisorprogramm - Arbeitsplanung: Zuweisen von Arbeitsschrittgruppen auf Arbeitsplätze	85
4.8	Supervisorprogramm - Chargenverwaltung	85
4.5	Supervisorprogramm - Beschreiben des IdSticks mit Charge und Lagerplätzen	86
4.9	Lager - Arbeitsvorbereitung und Transportaufträge	87
4.11	Montagearbeitsplatz - Normaler Ablauf. Identisch mit Qualitätssicherung. . .	87
4.10	Lageroberfläche	88
4.12	Workstation bzw. Qualitätssicherung	89
4.13	MbsStick ohne externe Sensoren mit Temperaturanzeige des internen Sensors.	89
4.14	Datenstruktur <i>IdStick</i>	91
4.15	Datenstruktur <i>MbsStick</i>	92
4.16	Die SQL Datenbank.	94
4.18	Handheld - Ablauf (Monitoring: [LRMKD11])	95
4.17	Der Handheld kommuniziert per WLAN mit den restlichen Beteiligten.	95
4.19	Handheld Oberfläche: Auswahl / Monitoring / Kommissionierung	97
4.20	Der Webserver kommuniziert mit der Datenbank und kann von weiteren Geräten benutzt werden.	97
4.21	Jeder Arbeitsplatz benötigt einen <i>RFID</i> Reader und Writer, um mit den Sticks kommunizieren zu können.	99
4.22	Die Schnittstelle erledigt den Import und Export der Daten aus dem <i>ERP</i> . . .	100
4.23	Ein Teil der Datenbankstruktur des Datasets <i>ds_sp</i>	103
4.25	Die Datasets mit ihren Tabellen für Sticks, das Supervisorprogramm, den Export und die lokalen Arbeitsplatzdatenbanken	104
4.24	Die Datenbankschnittstelle stellt verschiedene Datasets zur Verfügung. . . .	104
4.26	Die Programme kommunizieren mit den verschiedenen Sticks über eine einheitliche Schnittstelle.	105

4.27 Ein Montagebegleitschein und ein <i>MbsStick</i> mit optionaler Temperaturanzeige und integriertem RFID Transponder	106
4.28 Abstrakte Abbildung eines Caterers mit vorhandener Hardware (Blau) und dem integrierten Logistiksystem (Grün)	107
5.1 Vereinfachte allgemeine Logistikprozesse	109
5.2 Anforderungsmapping der gewählten Requirements gegen die Systemarchitektur	111
5.3 Anforderungsmapping der gewählten Requirements gegen den Demonstrator	112
5.4 Die Steckerschnittstelle eines handelsüblichen USB - Sticks	117
5.5 Speichermöglichkeiten der Daten auf den Sticks	120
5.6 Identische Struktur zwischen Caterer und Montage	122
5.7 Beispielnormalisierung der Tabellen Arbeitsschritte, Baugruppen und Artikel in der zweiten Normalform.	123
5.8 Zentrale Datenschnittstelle über die Cloud für die Airline. Die dezentralen Abläufe der Zulieferer und des Caterer werden zentral gespeichert und über <i>RFID</i> untereinander ausgetauscht.	126
5.9 Abauf der Signierung und Verifikation von Daten.	133
5.10 Drei-Wege-Handschlag zur Identifizierung	133
5.11 Asynchrone Verschlüsselung der Transportbehälter über die <i>IdSticks</i>	134
A.1 Inhaltsverzeichnis	148

Abbildungsverzeichnis

Literaturverzeichnis

- [aci11] *Airports Council International, Annual Report 2010.* http://www.airports.org/aci/aci/file/Annual%20Report/ACI_Annual_Report_2010_online.pdf, Stand: 19.09.2011
- [air11] *Airbus Global Market Forecast 2011-2030.* <http://www.airbus.com/company/market/gmf2010/>, Stand: 21.09.2011
- [Bac07] BACHMAYER, Ute ; DADAM, Peter (Hrsg.) ; RINDERLE-MA, Stefanie (Hrsg.): *Integriertes Daten- und Prozessmanagement in mobilen Umgebungen am Beispiel einer mobilen Außendienstanbindung innerhalb des Liebherr-Konzerns.* <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/565/>. Version: 2007
- [BB10] BUCHWALD, Stephan ; BAUER, Thomas: Modellierung von Service-Aufrufbeziehungen zwischen prozessorientierten Applikationen. In: *EMISA Forum* 30 (2010), August, Nr. 2, 32–48. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/694/>
- [BBP09] BUCHWALD, Stephan ; BAUER, Thomas ; PRYSS, Rüdiger: IT-Infrastrukturen für flexible, service-orientierte Anwendungen - ein Rahmenwerk zur Bewertung. In: *13. GI-Fachtagung Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW'09)*, Koellen-Verlag, March 2009 (Lecture Notes in Informatics (LNI) P-144), 524–543
- [BBR11] BUCHWALD, Stephan ; BAUER, Thomas ; REICHERT, Manfred: Bridging the Gap Between Business Process Models and Service Composition Specifications. Version: 2011. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/713/>. In: *Int'l Handbook on Service Life Cycle Tools and Technologies: Methods, Trends and Advances*. 2011
- [cpc11] *Cathay Pacific Catering Services.* http://www.cpcs.com.hk/eng/facilities_e.html, Stand: 19.09.2011

Literaturverzeichnis

- [dad11] *Datenbanksysteme: Konzepte und Modelle*. <http://www.uni-ulm.de/in/iui-dbis/lehre/ws-1112/datenbanksystemekonzepteundm1.html>, 2011
- [dhl11] *DHL Solutions & Innovations*. <http://dsi.dhl-innovation.com/produkte/rfid>, Stand: 21.09.2011
- [dms09] *Dokumenten Management Systeme*. <http://www.uni-ulm.de/?id=13147>, 2008/2009
- [DRRM11] DADAM, Peter ; REICHERT, Manfred ; RINDERLE-MA, Stefanie: Prozessmanagementsysteme: Nur ein wenig Flexibilität wird nicht reichen. In: *Informatik-Spektrum* 34 (2011), August, Nr. 4, 364–376. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/676/>
- [ega11] *eGate Solutions*. <http://www.egate-solutions.com>, Stand: 21.09.2011
- [Eng11] ENGINEERING, B&W: *Abschlußbericht des Forschungsvorhabens iCRFID - intelligent Catering*. 29.01.2011
- [eur11] *funkwerk eurotelematik*. http://www.eurotelematik.de/cms/upload/CargoFleet_-_Reinert_Logistic.pdf, Stand: 21.09.2011
- [G.A07] G.A.STANDHARDT: *The Customized Airline Meal of the Future*, TU Delft - Faculty of Industrial Design Engineering, Diplomarbeit, 2007
- [gat11] *Gate Gourmet*. <http://www.gategourmet.com>, Stand: 14.11.11
- [HFS09] HEINZ F. SCHWEPPE, Katharina H.: *Exploring Transactional Service Properties for Mobile Service Composition*. 2009
- [HMR11] HIPPE, Markus ; MUTSCHLER, Bela ; REICHERT, Manfred: On the Context-aware, Personalized Delivery of Process Information: Viewpoints, Problems, and Requirements. In: *6th Int'l Conf. on Availability, Reliability and Security (ARES'11), Industrial Track*, 2011, 390–397
- [iat11a] *IATA - RFID Position*. <http://www.iata.org/whatwedo/stb/Documents/RFID%20position.pdf>, Stand: 21.09.2011
- [iat11b] *IATA - Simplifying the Business*. <http://www.iata.org/whatwedo/stb/bip/Pages/index.aspx>, Stand: 21.09.2011

- [iat11c] *IATA - Airlines*. http://www.iata.org/membership/Pages/airline_members_list.aspx?All=true, Stand: 30.10.2011
- [Jae11] JAEGER, Michaela ; PRYSS, Rüdiger (Hrsg.) ; REICHERT, Manfred (Hrsg.): *Mobile Web Service Entwicklung mittels Android 2.1*. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/715/>. Version: February 2011
- [Jon04] JONES, Peter: *Flight Catering*. Second. Longman Group Ltd 1995, 2004
- [kcs11a] *KLM Catering Services*. http://kcs.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=29&lang=en, Stand: 26.10.2011
- [kcs11b] *KLM Catering Services*. http://www.kcs.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=59&lang=en, Stand: 27.09.2011
- [KR09] KÜNZLE, Vera ; REICHERT, Manfred: Herausforderungen auf dem Weg zu datenorientierten Prozess-Management-Systemen. In: *EMISA Forum* 29 (2009), August, Nr. 2, 9–24. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/533/>
- [KR11a] KÜNZLE, Vera ; REICHERT, Manfred: A Modeling Paradigm for Integrating Processes and Data at the Micro Level. In: *Proc. 12th Int'l Working Conference on Business Process Modeling, Development and Support (BPMDS'11)*, Springer, June 2011 (LNBIP 81), 201–215
- [KR11b] KÜNZLE, Vera ; REICHERT, Manfred: PHILharmonicFlows: towards a framework for object-aware process management. In: *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice* 23 (2011), June, Nr. 4, 205–244. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/714/>
- [Kul11] KULIK, Christian P.: *Kritische Betrachtung von BPM auf Basis von Cloud Computing*, Universität Ulm - Institut für Datenbanken und Informationssysteme, Diplomarbeit, 2011
- [lh-11a] *Lufthansa AG - Flotte*. <http://investor-relations.lufthansa.com/de/fakten-zum-unternehmen/flotte.html>, Stand: 19.09.2011
- [lh-11b] *Lufthansa AG - Kennzahlen Konzern*. <http://investor-relations.lufthansa.com/de/fakten-zum-unternehmen/kennzahlen/konzern.html>, Stand: 19.09.2011

Literaturverzeichnis

- [lh311] *Lufthansa Pressebericht vom 19.05.11.* <http://presse.lufthansa.com/de/meldungen/view/archive/2011/may/19/article/1928.html>, Stand: 07.11.2011
- [LR11] LOHRMANN, Matthias ; REICHERT, Manfred: Understanding Business Process Quality. Version: 2011. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/743/>. In: *Advances in Business Process Management*. Springer, 2011
- [LRD08] LY, Linh T. ; RINDERLE, Stefanie ; DADAM, Peter: Integration and verification of semantic constraints in adaptive process management systems. In: *Data and Knowledge Engineering* 64 (2008), Nr. 1, 3–23. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/95/>
- [LRMKD11] LY, Linh T. ; RINDERLE-MA, Stefanie ; KNUPLESCH, David ; DADAM, Peter: Monitoring Business Process Compliance Using Compliance Rule Graphs. In: *19th International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 2011)*, Springer, 2011 (LNCS)
- [LRW11] LI, Chen ; REICHERT, Manfred ; WOMBACHER, Andreas: Mining Business Process Variants: Challenges, Scenarios, Algorithms. In: *Data & Knowledge Engineering* 70 (2011), May, Nr. 5, 409–434. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/728/>
- [lsg11] *LSG Sky Chefs.* <http://www.lsgskychefs.com>, Stand: 14.11.11
- [lsg11] *LSG Sky Chefs.* <http://www.lsgskychefs.com/de/in-flight-management.html>, Stand: 21.09.2011
- [muc11] *München Airport.* <http://www.munich-airport.de/media/download/bereiche/fluko/ofm.pdf>, Stand: 18.09.2011
- [Mül09] MÜLLER, Dominic ; REICHERT, Manfred (Hrsg.): *Management datengetriebener Prozessstrukturen.* <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/627/>. Version: 2009
- [pos11] *Deutsche Post AG.* http://www.dp-dhl.com/de/ueber_uns/unternehmensbereiche/brief.html, Stand: 18.09.2011
- [Pry05] PRYSS, Rüdiger ; REICHERT, Manfred (Hrsg.) ; DADAM, Peter (Hrsg.) ; BAUER, Thomas (Hrsg.): *Enterprise Application Integration: Anforderungen,*

- Ansätze und Technologien.* <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/549/>.
Version: 2005
- [PTKR10] PRYSS, Rüdiger ; TIEDEKEN, Julian ; KREHER, Ulrich ; REICHERT, Manfred: Towards Flexible Process Support on Mobile Devices. In: *Proc. CAiSE'10 Forum - Information Systems Evolution*, Springer, 2010 (LNBIP 72), 150–165
- [PTR10] PRYSS, Rüdiger ; TIEDEKEN, Julian ; REICHERT, Manfred: Managing Processes on Mobile Devices: The MARPLE Approach. In: *CAiSE'10 Demos*, 2010
- [RBBB10] REICHERT, Manfred ; BASSIL, Sarrita ; BOBRIK, Ralph ; BAUER, Thomas: The Proviado Access Control Model for Business Process Monitoring Components. In: *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures - An International Journal* 5 (2010), December, Nr. 3, 64–88. <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/674/>
- [Rei00] REICHERT, Manfred ; DADAM, Peter (Hrsg.): *Dynamische Ablaufänderungen in Workflow-Management-Systemen.* <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/433/>. Version: July 2000
- [Rin04] RINDERLE, Stefanie ; DADAM, Peter (Hrsg.) ; REICHERT, Manfred (Hrsg.): *Schema Evolution in Process Management Systems.* <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/437/>. Version: 2004
- [Sch01] SCHOBEL, Johannes: *Business Process Intelligence Aktueller Stand und neue innovative Ansätze zur intelligenten Prozessanalyse*, Universität Ulm - Institut für Datenbanken und Informationssysteme, Diplomarbeit, 2001
- [Sch10] SCHMID, Maximilian ; PRYSS, Rüdiger (Hrsg.) ; REICHERT, Manfred (Hrsg.): *Mobile Web Service Implementierung am Beispiel des iPhone OS 4.0.* <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/709/>. Version: November 2010
- [ser11] *Servair.* <http://www.servair-catering.com/>, Stand: 14.11.11
- [soc11] *Service-oriented Computing.* <http://www.uni-ulm.de/in/iui-dbis/lehre/archiv/ss-11/service-orientedcomputing0.html>, 2011
- [Sto10] STOICSICS, Markus: *Praktikumsarbeit Cateringprozess.* Uni Ulm - Praktikum: Mobile Services, 2010

Literaturverzeichnis

Danksagungen

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all denen bedanken, die mich bei der Anfertigung meiner Diplomarbeit tatkräftig unterstützt haben.

Vielen Dank an das *Institut für Datenbanken und Informationssysteme* der Universität Ulm, besonders Prof. Dr. Manfred Reichert und die Firma *B&W Engineering GmbH & Co. KG*, besonders bei Hubert Walter, für die Möglichkeit eine Diplomarbeit zu diesem interessanten Thema zu schreiben.

Ganz besonders Bedanken möchte ich mich dabei bei Oliver Vogt und Rüdiger Pryss für die tatkräftige Unterstützung, die mir mit sehr viel Engagement und unermüdlichen Einsatz zu jeder Stunde bei der Erstellung meiner Diplomarbeit geholfen haben. Vielen Dank für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik.

Ebenso gebührt der Dank den Kontroll- und Verbesserungslesern Henning Hagg, Andreas Kleiner und Corina Köcher für die intensive Suche nach Rechtschreibfehlern und die Unterstützung bei der Übersetzung meiner schwäbischen Sätze "ins" Hochdeutsche.

Danke Nella (unsere Katze), für über das Tastaturlaufen und die Eingabe sinnloser Zeichen während meiner Abwesenheit. q111

Name: Markus Stoicsics

Matrikelnummer: 594478

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ulm, den

Markus Stoicsics